

N° d'ordre : 2546

# THÈSE

présentée à

## L'UNIVERSITÉ BORDEAUX I

ÉCOLE DOCTORALE DE GEOSCIENCES ET SCIENCES DE  
L'ENVIRONNEMENT

par **Laure Dubreuil**

POUR OBTENIR LE GRADE DE

### DOCTEUR

SPÉCIALITÉ : **Préhistoire et Géologie du Quaternaire**

\*\*\*\*\*

**Etude fonctionnelle des outils de broyage**

**natoufiens : nouvelles perspectives sur l'émergence**

**de l'agriculture au Proche-Orient.**

\*\*\*\*\*

Soutenue le : 30 septembre 2002

Après avis de :

**Mme.** Anna Belfer-Cohen, Professeur, Université Hébraïque de Jérusalem ..... **Rapporteurs**

**Mme.** Katherine Wright, Lecturer, London College.....

Devant la commission d'examen formée de :

**MM.**

Ofer Bar-Yosef, Professeur

Jean-Michel Geneste, Conservateur du patrimoine

Jacques Jaubert, Professeur

Jean-Philippe Rigaud, Conservateur Général du Patrimoine et Directeur de l'UMR 5808

Hugues Plisson, Chargé de recherche au CNRS



# Remerciements

Je remercie mes directeurs de thèse, Jean-Philippe Rigaud et Jean-Michel Geneste, pour avoir accepté de suivre cette recherche. Jean-Philippe Rigaud m'a assuré des conditions de travail, un soutien logistique et un suivi sans faille. Son appui, les relectures critiques de mes différents projets et du manuscrit final ont été pour moi essentiels. Je tiens à signifier toute ma gratitude à Jean-Michel Geneste pour son exigence et sa volonté d'améliorer sans cesse. Ses corrections, nos discussions m'ont permis de retrouver ma motivation dans les moments les plus difficiles, de tirer le meilleur de mes recherches. J'estime lui devoir beaucoup.

Je remercie Mesdames et Messieurs les membres du jury d'avoir accepté de lire et de juger ce travail.

Certaines personnes ont occupé une place particulière dans le parcours de cette thèse. J'ai rencontré Hugues Plisson lors de mon année de DEA. Son soutien a toujours été depuis lors précieux pour moi. Je tiens à le remercier pour son aide, ses conseils, son regard sans concession sur l'avancement des travaux. J'aimerais aussi remercier l'ensemble de l'équipe de Valbonne qui m'a accueilli de nombreuses fois dans leurs locaux et m'a toujours fait bénéficier de conditions de travail excellentes. C'est au cours de l'une de ces visites que j'ai eu l'occasion de rencontrer Liliane Meignen. Elle est en grande partie à l'origine de mon premier voyage en Israël et de ma rencontre avec le Natoufien. J'ai beaucoup appris avec elle sur le terrain, je la remercie pour son écoute et ses conseils. Sur les fouilles d'Hayonim, Ofer Bar-Yosef et Anna Belfer-Cohen m'ont offert d'appliquer la problématique de recherche que j'avais développée en DEA au matériel de broyage natoufien. Je les remercie de m'avoir donné ma chance.

A cette première collection s'est ensuite ajoutée celles des fouilles effectuées par Jean Perrot, François Valla et Hamudi Khalayli. Je tiens à leur exprimer ma reconnaissance pour m'avoir confié l'étude du matériel de Mallaha et de la terrasse d'Hayonim. Une mention particulière à Geneviève Dollfus et à Bernard Vandermeersch qui ont toujours été d'une disponibilité et d'une gentillesse rarement rencontrées et dont l'aide a été précieuse.

Ce travail a nécessité de nombreux séjours en Israël, il n'aurait pas été possible sans l'obtention de différentes bourses. Je tiens en particulier à remercier Naama Goren, responsable du projet d'échange européen TMR, qui m'a été d'une grande aide. Je remercie aussi le Ministère des affaires étrangères qui a financé un long séjour (bourse Lavoisier) me permettant de terminer ma thèse ainsi que le Centre de Recherche Français de Jérusalem. La fondation Dina Surdin a financé quant à elle les derniers moments de rédaction, cette bourse m'a permis de consacrer tout mon temps à ma thèse, je l'en remercie vivement.

J'aimerais par ailleurs exprimer ma gratitude à différentes personnes et institutions qui ont permis et facilité mon travail en Israël :

- le Département des Antiquités Israéliennes a mis à ma disposition collections, locaux et outils d'analyse. Un merci tout particulier au personnel du dépôt archéologique de Romema et à Zinovi.

Hamudi Khalalily m'a donné de précieux conseils et a facilité bien des fois les démarches administratives et les contacts avec cette institution. J'aimerais lui signifier toute l'importance qu'a eu pour moi son soutien discret et efficace, sa confiance.

- l'Université Hébraïque de Jérusalem, en particulier le département d'Archéologie, m'a accueilli, ouvert les tiroirs des collections et des bibliothèques. Merci à Anna Belfer-Cohen pour son aide et sa confiance, à Nigel Goring-Morris pour m'avoir montré des boîtes de trésors, j'espère trouver le temps de m'y intéresser de plus près.

- Eitan Tchernov, directeur du département de paléontologie de l'Université de Givat Ram a mis à ma disposition le système d'acquisition d'image numérique qui m'a permis de prendre de nombreuses photographies du matériel archéologique. Je tiens à l'en remercier vivement. Je voudrais aussi remercier tous les étudiants et le personnel du laboratoire pour leur accueil chaleureux.

- mon véritable camp de base lors de mes séjours a toujours été le Centre de Recherche Français de Jérusalem qui m'a offert les meilleures conditions de travail possibles. Je tiens à remercier tout le personnel du Centre pour leur attention et leur soutien moral : merci à Dominique Bourel, directeur du centre, à Elisabeth Warschawski, Lise Baer-Zerbit, Marjolaine Barazani, Eva Telkes, Florence Eiman et Charles Séraphin, les gardiens de maison ainsi qu'à Sylvana Condemi et à Mireille Loubet qui ont pris soin de moi comme des grandes sœurs.

Enfin à tous mes amis découverts aux fils des voyages qui m'ont fait me sentir chez moi : Leore, Gonen et toute leur famille, Nira, Agard, Tali, Yaron, Efrat, Roï, vous me manquez tous.

De retour en France, l'IPGQ a été mon autre camp de base. Je tiens tout d'abord à remercier vivement Michel Lenoir pour ses relectures du manuscrit et l'intérêt qu'il a porté à ce travail. Pour ma recherche bibliographique, l'aide de Geneviève Raubert a été essentielle. J'ai bénéficié des discussions et des conseils de nombre des chercheurs travaillant à l'Institut, j'aimerais remercier en particulier Francesco d'Errico qui m'a formé à la technique des prises d'empreintes et qui s'est toujours montré d'une grande disponibilité. Maria Sanchez Goni (du Département de Géologie et Océanographie) m'a grandement aidé en ce qui concerne les reconstitutions climatiques. Une mention spéciale à Michèle Charuel et Eric Pubert pour leur disponibilité et leur gentillesse. Enfin, merci à tous mes "camarades de classe" et amis qui ont suivi de près mes hauts et mes bas et qui m'ont aidé chacun à leur façon : Véronique, Blanche, Arnaud, Marian, Framy, Cédric, Jean-Guillaume, Hélène, Fanny et Nicolas. C'est Eugène qui a trouvé le titre définitif de ma thèse, merci pour cela et aussi pour nous avoir fait beaucoup rire, j'espère que tous tes rêves se réaliseront.

Enfin je remercie ceux qui ont toujours été là et que j'ai peu eu l'occasion de voir ces dernières années. J'espère qu'ils seront heureux du dénouement de cette histoire. Un grand merci donc à ma famille : Françoise, Jean-Claude, Hélène, Anne, Yvan et mon petit prince Maximilien.

*A mes grands-parents, Louis et Andrée, Adrien et Edith*

# **Introduction**

Nous aimerions situer ce travail avant tout comme une recherche méthodologique visant à développer des outils pour une analyse fonctionnelle d'une catégorie d'artefacts encore peu étudiée selon cette perspective : le matériel de broyage.

Cet outillage (comprenant notamment les meules, molettes, mortiers et pilons) est connu pour des périodes anciennes de la Préhistoire. Son développement semble néanmoins correspondre à l'Épipaléolithique, période de transition entre des sociétés de chasseurs-cueilleurs et d'agriculteurs. Cet essor est généralement compris comme étant lié à une modification des modes d'exploitation des ressources végétales. Cette hypothèse reste cependant à démontrer. En effet, l'étude des séries archéologiques a le plus souvent été limitée à une classification selon des listes types. Contrairement à l'industrie de silex, les méthodes d'analyse fonctionnelle des outils de broyage restent à ce jour peu développées. Elles apparaissent pourtant essentielles pour comprendre le développement de cette technologie ainsi que son lien avec les systèmes d'exploitation des ressources végétales.

Cette problématique prend tout son sens dans le contexte de l'Épipaléolithique du Levant. En effet, la diversification et la multiplication des outils de broyage au Natoufien ont été interprétées comme indiquant une augmentation de l'importance des plantes dans l'alimentation des populations à l'aube du Néolithique. L'objectif de notre recherche a été de tester et de préciser cette hypothèse. Par ailleurs, les différentes étapes du processus ayant conduit à la production des ressources alimentaires restent mal connues. La caractérisation des modes d'exploitation des végétaux à des périodes précédant l'établissement d'un mode de vie pleinement agricole apportera de nouveaux éléments pour la compréhension de ce processus. Ce travail s'inscrit donc au sein de la problématique plus générale de la néolithisation du Proche-Orient. Nous espérons que nos résultats permettront de discuter les différentes théories proposées dans ce domaine.

D'un point de vue technologique, l'outillage de broyage peut être défini comme un dispositif impliquant deux éléments complémentaires, l'un étant actif et transmettant la force motrice, l'autre passif et contenant la matière travaillée. La matière travaillée est intercalée entre les surfaces actives des deux éléments, elle constitue le troisième élément du système technique conformément aux données fondamentales de la tribologie (e.g. Georges, 2000). Ce dispositif permet de concasser, broyer, réduire en poudre.

Parmi les outils typiques, deux couples sont généralement distingués :

- les meules et molettes correspondent à des formes dites "plates" ; les zones des objets en contact sont légèrement convexes à concaves, les gestes d'utilisation sont inscrits dans un plan horizontal ;
- les mortiers et pilons : le mortier peut être considéré comme un récipient creux de dimensions variables, le pilon, de forme oblongue, est actionné selon un mouvement vertical.

Les enquêtes ethnologiques attestent de la diversité des matières transformées à l'aide de ces outils chez différents peuples de chasseurs-cueilleurs, d'horticulteurs ou d'agriculteurs. Les modes d'utilisation comprennent, entre autres, le travail des céréales et d'autres végétaux, le broyage de l'os, de la viande, de toutes sortes de nourriture, la préparation de

colle et de colorants, etc. Le broyage est particulièrement approprié pour la transformation de certaines ressources végétales. Il permet d'éliminer les parties toxiques, d'augmenter la digestibilité et l'apport nutritionnel des plantes.

Les études fonctionnelles appliquées aux outils de broyage connaissent un développement récent. Différents travaux ont mis en évidence la diversité des approches possibles (études morphologiques, pétrologiques, tracéologie et recherche de résidus) et leur complémentarité. Cependant, pour certains de ces domaines de recherche, les méthodes d'analyse restent encore à établir ou à préciser.

Nous avons choisi de nous intéresser à l'approche tracéologique car elle peut être appliquée à l'étude de collections anciennes et permet d'effectuer une analyse exhaustive des assemblages. Une partie importante de notre travail a été consacrée à l'établissement d'un référentiel expérimental visant à évaluer le potentiel d'une étude tracéologique des outils de broyage et à proposer des critères de diagnose fonctionnelle.

La démarche d'analyse définie expérimentalement a été appliquée à l'étude de trois assemblages natoufiens : ceux de la grotte et de la terrasse d'Hayonim et celui de Mallaha (Figure 1).

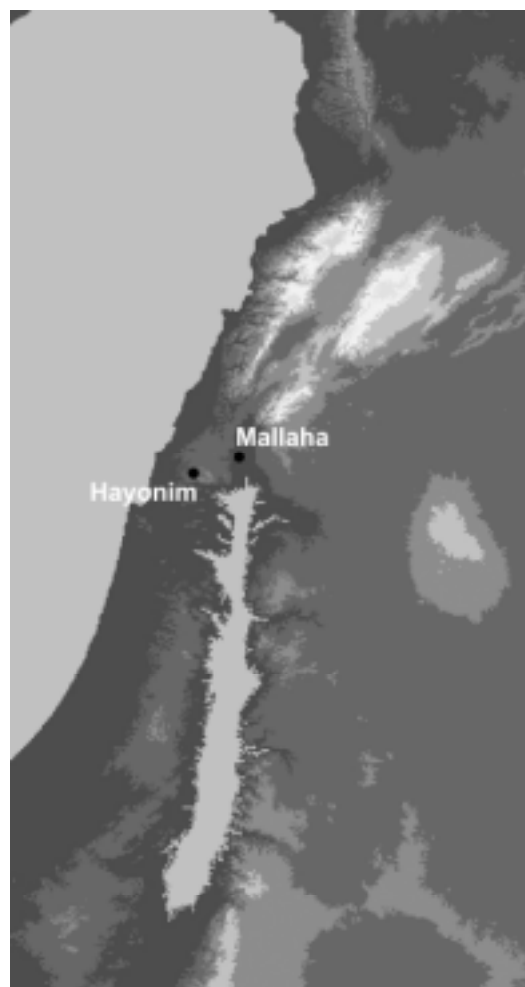


Figure 1 : localisation des sites étudiés

Ce mémoire s'organise en cinq parties :

1. la première partie est consacrée à la présentation détaillée du contexte archéologique comprenant une synthèse des données sur le Natoufien qui seront replacées dans le cadre du processus de néolithisation au Proche-Orient ainsi qu'un bilan des études effectuées sur le matériel de broyage de l'Épipaléolithique levantin. Nous concluons sur la définition de notre problématique de recherche.
2. dans la seconde partie nous établirons un bilan des recherches méthodologiques relatives à l'analyse fonctionnelle des outils de broyage ;
3. la troisième partie sera consacrée à la présentation du référentiel expérimental constitué et de son apport pour l'établissement d'une approche tracéologique des outils de broyage.
4. dans la quatrième partie, la démarche d'analyse proposée dans les parties II et III sera synthétisée et appliquée à l'étude des trois assemblages natoufiens présentés plus haut.
5. nous proposons dans la dernière partie, une synthèse et une discussion des résultats de l'étude des collections archéologiques ainsi que de nos recherches méthodologiques.



## **Partie I.**

### **Contexte archéologique et problématique**

Cette première partie a pour objectifs de donner une présentation détaillée de notre contexte de recherche, de définir précisément les problématiques du Natoufien ainsi que l'apport d'une étude du matériel de broyage pour la connaissance de cette période et la compréhension du processus de néolithisation au Proche-Orient.

Dans un premier chapitre, nous replacerons les recherches effectuées sur le Natoufien dans leur contexte historique et proposerons une définition synthétique de cette culture que nous situerons dans le cadre chrono - culturel, géographique et environnemental du Proche-Orient.

Nous nous intéresserons ensuite à deux débats qui apparaissent de première importance pour l'étude du développement des sociétés d'agriculteurs au Levant : modes d'implantation et stratégies de subsistance au Natoufien.

Nous détaillerons dans un troisième chapitre l'apport d'une étude du matériel de broyage concernant ces deux axes de recherche. Un bilan des travaux effectués sur l'outillage levantin depuis le Paléolithique supérieur jusqu'au Néolithique nous permettra de définir notre problématique et de justifier l'approche méthodologique adoptée dans ce travail.

# Chapitre 1. Une définition du Natoufien

## 1. Cadre historique, environnemental et chrono-culturel

### 1.1. Historique des recherches

Le Natoufien, culture de l'Épipaléolithique du Levant, a été identifié et décrit en premier lieu par Garrod (1932, 1957) suite aux fouilles de la grotte de Shukbah située dans le Wadi en-Natuf et de Mugharet en Wad dans le mont Carmel. Garrod (*op.cit*) caractérise cette culture notamment par son industrie lithique, qui comporte des microlithes de type segment de cercle (considérés comme un fossile directeur) et des éléments de faucille, par l'importance de l'outillage en os, du matériel de broyage et la présence de structures construites. Elle attribue le Natoufien au Mésolithique (daté alors de 4000 – 5000 BP), et considère que son origine n'est probablement pas locale.

Neuville, après différentes campagnes de fouilles effectuées dans le désert de Judée, repousse les dates proposées par Garrod aux X<sup>ème</sup> - XII<sup>ème</sup> millénaires avant notre ère (*in* Valla, 1987a). Par ailleurs, il situe les débuts de l'agriculture au Natoufien. L'hypothèse est reprise par Garrod qui envisage une domestication du chien à cette période, les datations restent un point de désaccord. Les travaux effectués à Jéricho ainsi que les premières dates C14 obtenues pour les niveaux néolithiques pré-céramiques de ce site (VIII<sup>ème</sup> millénaire avant notre ère), conduisent à considérer le Natoufien comme antérieur au Néolithique et à reculer considérablement son âge (Valla, 1987a).

L'hypothèse d'un début de l'agriculture au Natoufien sera remise en question, en premier lieu par Braidwood (*in* Boyd, 1999) puis par Perrot (1966) à partir des résultats des recherches effectuées sur le site de Mallaha : l'étude de la faune indique que les animaux ne sont pas domestiqués et les premiers indices d'une agriculture remontent alors au PPNB (seconde période du Néolithique pré-céramique). Selon Perrot (*op.cit*), les végétaux sont collectés à l'état sauvage à Mallaha, leur exploitation devenant probablement intensive à cette période. Il propose de rattacher le Natoufien à l'Épipaléolithique et considère l'industrie lithique comme un prolongement des précédentes, ses origines sont à rechercher sur place. Il situe le Natoufien à la période de transition entre le Pléistocène supérieur et l'Holocène soit entre 10.000 et 8.000 av J.C (Perrot, 1968).

A la fin des années 70, les travaux de Valla et Bar-Yosef, O. ainsi que le développement des datations, permettent de préciser la chronologie du Natoufien. Une division en deux phases (Natoufien ancien et récent) est retenue sur la base des variations de la fréquence de la retouche bifaciale oblique parmi les segments de cercle et de la taille moyenne de ces outils (Bar-Yosef, O. et Valla, 1979 ; Valla, 1981, 1984, 1987a). Ce schéma est aujourd'hui largement accepté. En 1984, Valla propose de distinguer une troisième phase, le "Natoufien

Final". Cette dernière subdivision est cependant controversée (comme le constate l'auteur *in* Valla, 1995a).

Le cadre chronologique du Natoufien est désormais fixé, la culture couvre une période située entre environ 12.500 et 10.200 BP, elle peut être considérée comme une phase de transition entre des modes de vie de chasseurs-cueilleurs et l'établissement des premières communautés agricoles. L'image de la "culture natoufienne" se précise par ailleurs par la publication ou la fouille de sites dans la zone centrale du Carmel et de la Galilée, où cette culture a été en premier lieu reconnue, ainsi que dans les régions "périphériques". Ces travaux permettent d'appréhender la diversité des adaptations aux différentes zones environnementales. Ils apportent, en outre, de nouvelles données concernant les modes d'implantation des populations, d'exploitation des ressources et leurs expressions symboliques. En 1989, le colloque "*The Natufian Culture in the Levant*" (Bar-Yosef, O. et Valla, 1991) fait le point sur l'avancé des travaux. Sont constatés des affinements dans la définition du cadre environnemental, une meilleure connaissance d'une part de l'aire de diffusion du Natoufien et des différents faciès régionaux contemporains et d'autre part des pratiques funéraires et modes de subsistance (Bar-Yosef, O. et Valla, 1990). Cependant, plusieurs points de controverses discutés alors, tels que la pratique d'une agriculture au Natoufien ou d'un mode de vie sédentaire, restent aujourd'hui d'actualité. Les discussions portent par ailleurs sur les modalités d'exploitation des ressources végétales et carnées, la "géographie culturelle" de cette période, mais aussi sur l'organisation sociale des populations (Delage, 2001a).

## **1.2. Les données environnementales**

### **1.2.1. La région**

Le Proche-Orient comprend l'Anatolie, les montagnes du Zagros, la Mésopotamie, le Levant, le désert Syro-Arabique et la péninsule du Sinaï. Le Levant (nom donné aux pays de la côte orientale de la Méditerranée) est caractérisé par une grande variabilité topographique et climatique. Il recouvre une aire d'environ 250 à 350 km de large pour 1.100 km de long, depuis les flancs Sud des montagnes du Taurus en Turquie jusqu'à la péninsule du Sinaï. La région est bordée à l'Ouest par la vallée du Moyen-Euphrate, les bassins de Palmyre, de Gebel ed-Druz, d'Azraq et d'El-Jafr. Les principaux ensembles topographiques (Planche 1) sont organisés grossièrement selon un axe nord - sud et comprennent une frange côtière étroite, deux chaînes de montagnes parallèles séparées par la Vallée du Rift ainsi que le plateau du désert syro-arabique, sillonné de nombreux wadi<sup>1</sup> et accusant un pendage vers l'est (Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, 1989).

Le Proche-Orient est aujourd'hui dominé par deux saisons, un hiver doux et pluvieux, un été chaud et sec. Sa localisation au carrefour des trois grandes masses continentales de

---

<sup>1</sup> afin d'éviter des problèmes de traduction notamment pour certains noms de site ou localisations, nous garderons dans ce mémoire le terme de wadi pour désigner les oued, lit de rivière le plus souvent à sec, présentant un régime d'écoulement spasmodique (Derruau, 1988, p.237).

# Planche 1

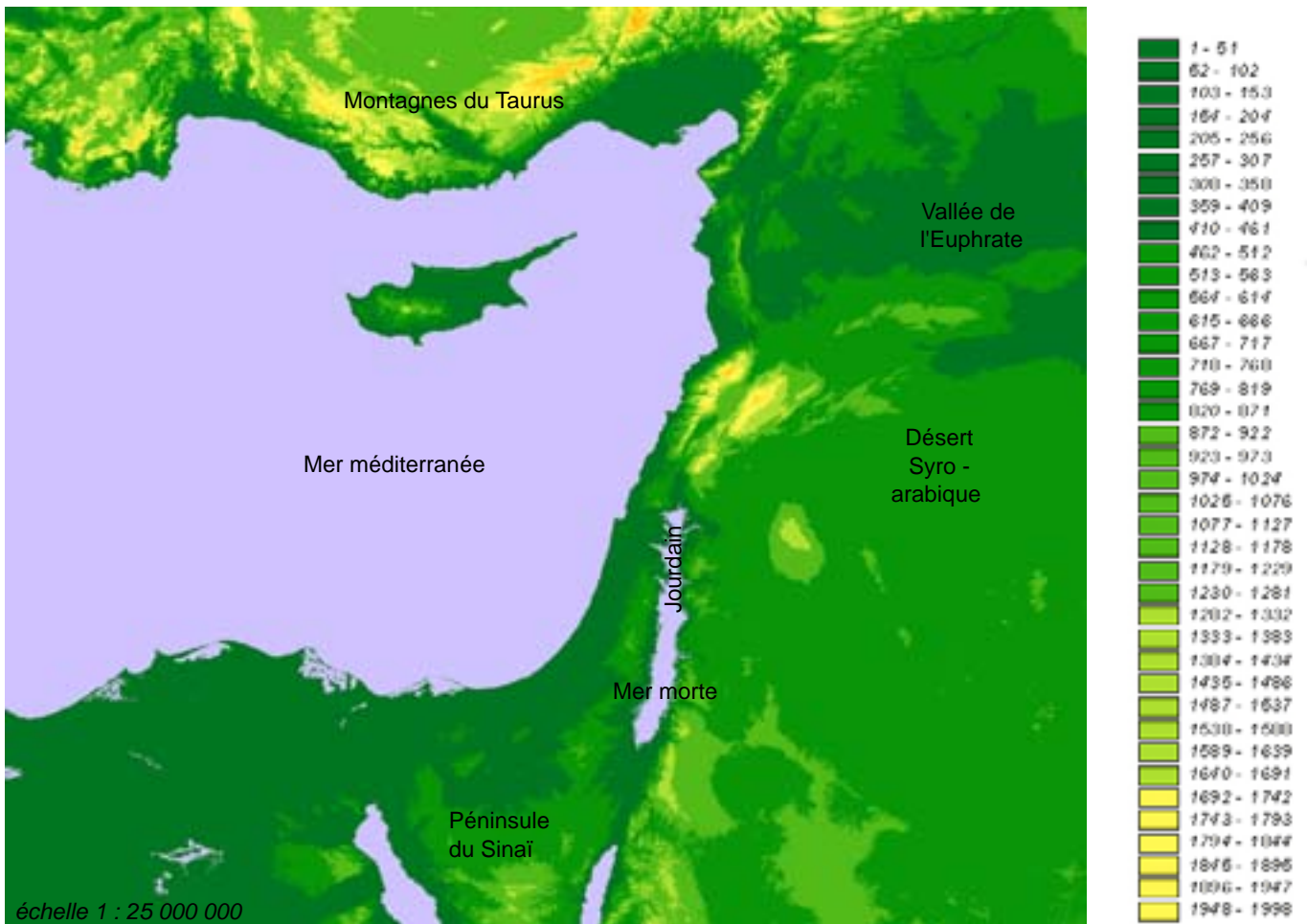


Planche 1 : géographie physique du Levant

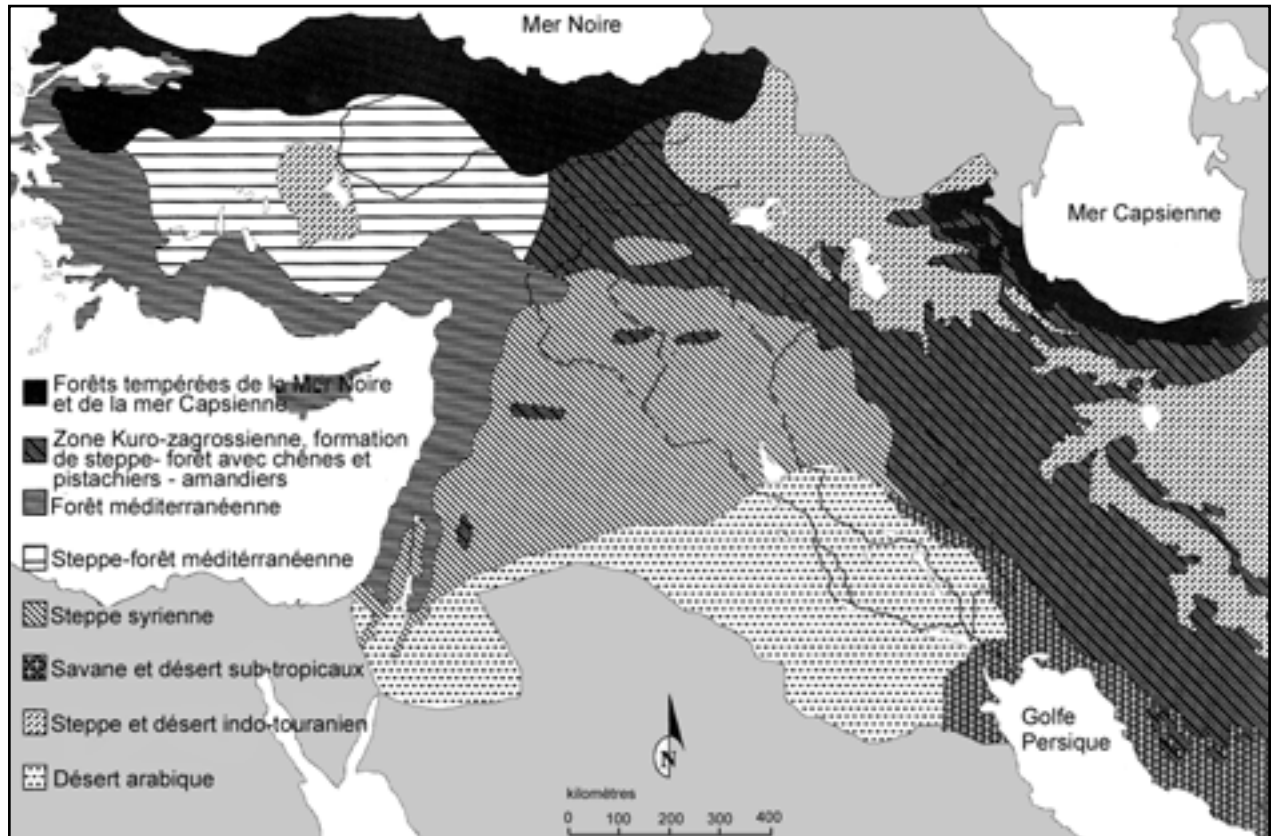


Planche 2 : zones phyto-géographiques du Proche-Orient, répartition actuelle des différents types de végétation, d'après Miller (1997, p.198).

l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique détermine son système atmosphérique. De forts contrastes topographiques, l'effet des variations de température et de pluviosité définissent la répartition des biomasses animales et végétales (Bar-Yosef, O. et Meadow, 1995).

La distribution actuelle de la végétation permet de différencier trois zones phytogéographiques principales (Planche 2) (Zohary, 1973 ; Miller, 1997) :

1. la **zone méditerranéenne** caractérisée par un climat doux comprenant les forêts du Levant, de la côte et des hauts plateaux d'Anatolie (il est important de signaler que la vallée du Jourdain doit être exclue de cet ensemble) ;

2. la **zone kurdo-zagrossienne et irano-touranienne** présentant un climat plus continental, une végétation de type forêt, steppique ou désertique. Cette aire comprend aussi les chênaies du Nord du Taurus-Zagros, les formations de pistachier - amandier du sud du Zagros et les steppes du Nord de la Mésopotamie ;

3. la **basse Mésopotamie et la région côtière du Golfe** présentant un climat plus tropical.

La reconstitution des zones phytogéographiques passées repose sur plusieurs données. Les modifications géomorphologiques et les reconstitutions paléoclimatiques apparaissent de première importance. Ensuite, la répartition actuelle des ensembles végétaux sert de base à la compréhension des aires d'habitat et de répartition des différentes plantes. Enfin, l'étude des pollens et des macrorestes végétaux retrouvés sur les sites archéologiques permet d'étendre cette image au passé (Miller, 1997).

## 1.2.2. Reconstitutions paléoclimatiques et environnementales

L'évolution climatique globale peut être caractérisée par des tendances générales à long terme (glaciaires et interglaciaires) interrompues d'accidents climatiques courts mais intenses tels que les événements de Dansgaard – Oeschge, de Heinrich, le Dryas Récent etc. (Grousset, 2001). Ces événements, qui correspondraient, pour les premiers, à des relargages massifs d'icebergs dans l'Atlantique Nord (Grousset, *op. cit*), ont été reconnus à l'échelle de l'hémisphère Nord. Ils sont ainsi considérés comme des phénomènes globaux. Néanmoins, leur intensité et leur chronologie ont probablement varié selon les régions (ceci a été mis en évidence pour l'Holocène par Rohling *et. al*, 2002). Qu'en est-il pour le Proche-Orient ?

### 1.2.2.1. Les données

La carte, présentée sur la planche 3 a., reprise de Sanlaville (1997), répertorie l'essentiel des échantillons palynologiques disponibles pour le Proche-Orient. Les carottes marines sont une des sources principales de données. Elles présentent l'avantage d'être diversifiées et bien datées, cependant un certain laps de temps est nécessaire avant que les modifications du milieu terrestre soient enregistrées (Bar-Yosef, O. et Meadow, 1995). Le calage chronologique des séquences palynologiques lacustres levantines (Ghab au Nord-Ouest de la Syrie et Houlé dans le Nord d'Israël) a posé différents problèmes (Sanlaville, 1996). Un rééchantillonnage et une série de datations de la séquence du lac Houlé (van Zeist et Bottema 1991 ; Baruch et Bottema, 1991) ont permis de préciser les reconstitutions

paléoenvironnementales du dernier maximum glaciaire jusqu'à l'Holocène. Cependant, les résultats des datations sont toujours discutés (Rossignol-Strick, 1997 ; Sanlaville, 1997).

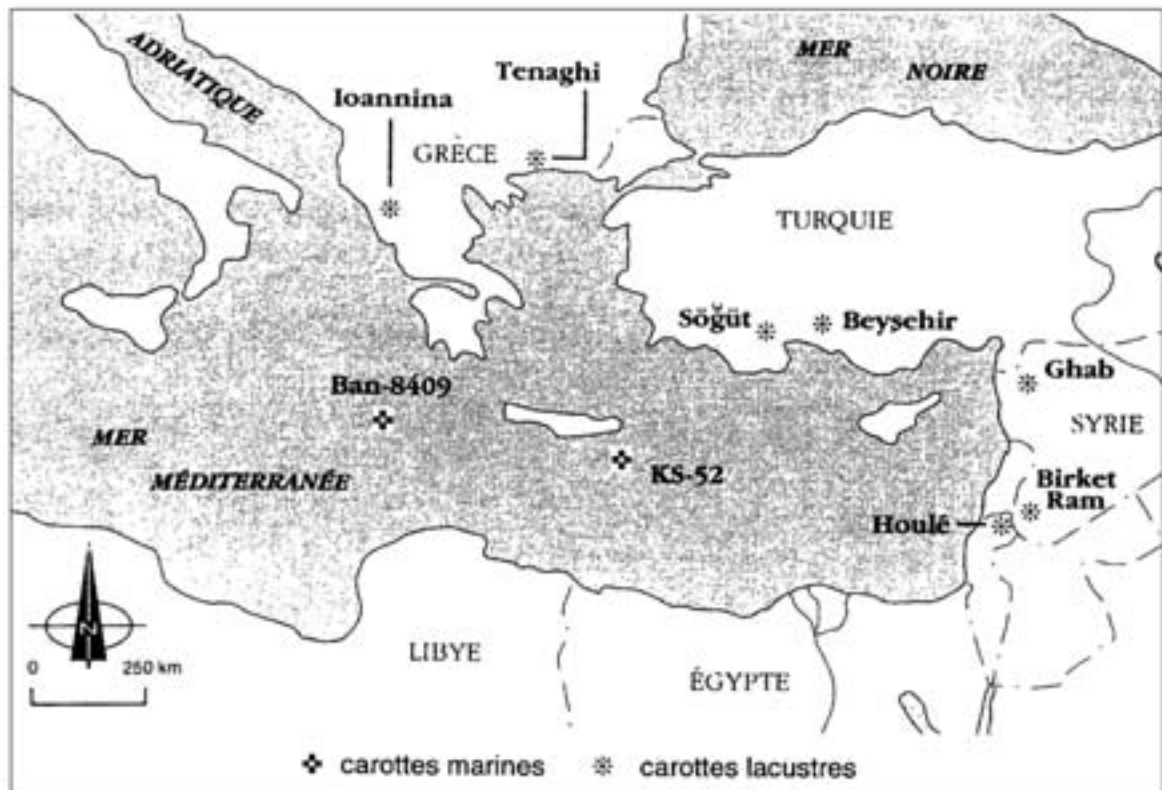
Pour la région levantine, les reconstitutions proposées souffrent ainsi du manque de données continentales bien datées. Cependant, les récentes études de spéléothèmes effectuées par Bar-Matthews, Kaufman et collaborateurs dans la grotte de Nahal Soreq ont apporté dans ce domaine des informations fondamentales (Bar-Matthews *et al.*, 1997, 1998, 1999, 2000 ; Kaufman *et al.*, 1998)

### 1.2.2.2. Reconstitutions proposées

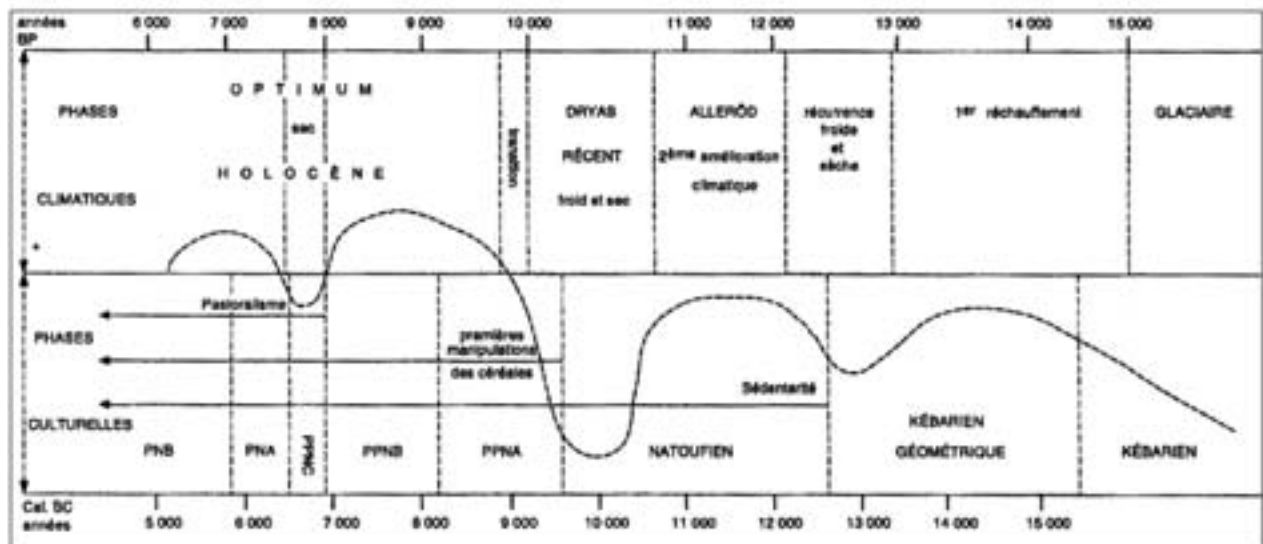
Entre Europe et Proche-Orient des rapprochements peuvent être effectués au niveau des grandes tendances climatiques : après le dernier maximum glaciaire, le Tardiglaciaire (15.000 – 10.000 BP, Magny 1995) apparaît comme une phase de réchauffement amorcée probablement avant 15.000 BP pour la zone qui nous intéresse. Mais l'identification d'épisodes de fluctuation climatique courts, tels que l'évènement de Heinrich 1 (15.000 – 13.000 BP, si l'on prend les dates les plus extrêmes publiées par Elliot *et al.*, 1998), dans la région levantine restent controversée (Planche 4) :

- selon l'étude des spéléothèmes de la grotte de Nahal Soreq (proche de Jérusalem), datés entre 17.000 et 10.000 BP, l'évolution climatique est marquée par la répercussion d'évènements globaux tels que ceux de Heinrich (Bar-Matthews *et al.*, 1997 ; Kaufman *et al.*, 1998). En particulier, les auteurs constatent vers 14.500 BP, une période dite courte de dégradation climatique qui pourrait correspondre au Heinrich 1. Les travaux de Frumkin *et al.* (1999) confirment les possibilités d'identifier des variations de courte durée à partir de l'étude des spéléothèmes. Sur la base de l'analyse des foraminifères d'une carotte provenant du Sud-Est de la mer Egée, Geraga *et al.* (2000) identifient aussi un épisode froid daté autour de 13.700 BP considéré comme correspondant à l'évènement de Heinrich 1.
- selon Sanlaville (1997, Planche 3 b.), la première phase du Tardiglaciaire est caractérisée par une amélioration climatique nette, il est probable que le rapport précipitation/évaporation ait alors été plus élevé qu'il ne le sera à l'Holocène. Un épisode très froid et sec est attesté sur différents sites et daté entre 12.700 et 12.100 BP à Wadi Judayid (Jordanie). Vient ensuite un épisode chaud et humide correspondant à l'Alleröd qui dure jusqu'à environ 10 800 BP. Une phase d'amélioration climatique est aussi identifiée par Rossignol-Strick (1997). Cependant, elle correspond selon l'auteur au Bolling-Alleröd et couvre une période située entre 12.500 et 11.000 BP.
- la crise du Dryas Récent est reconnue par tous mais fait aussi l'objet de controverses portant sur la chronologie exacte de cette aridification, son intensité et son déroulement. Selon Rossignol-Strick (1995), le Dryas Récent peut être globalement daté, tout comme en Europe, entre 11.000 et 10.000 BP. Il correspond à la période la plus froide et aride du Tardiglaciaire. Sanlaville (1997) note qu'un climat sec et frais est bien attesté dans toute la région levantine à cette période. A Abu Hureyra (moyenne





a. Localisation des principales carottes marines et lacustres de la Méditerranée orientale d'après Sanlaville (1996, p.11)



b. D'après Sanlaville (1996, p.25) : chronologie comparée des phases climatiques et de l'évolution des sociétés humaines de la zone levantine en années BP et en années réelles, entre 16.000 cal. BC et 5.000 cal. BC.

# Planche 4

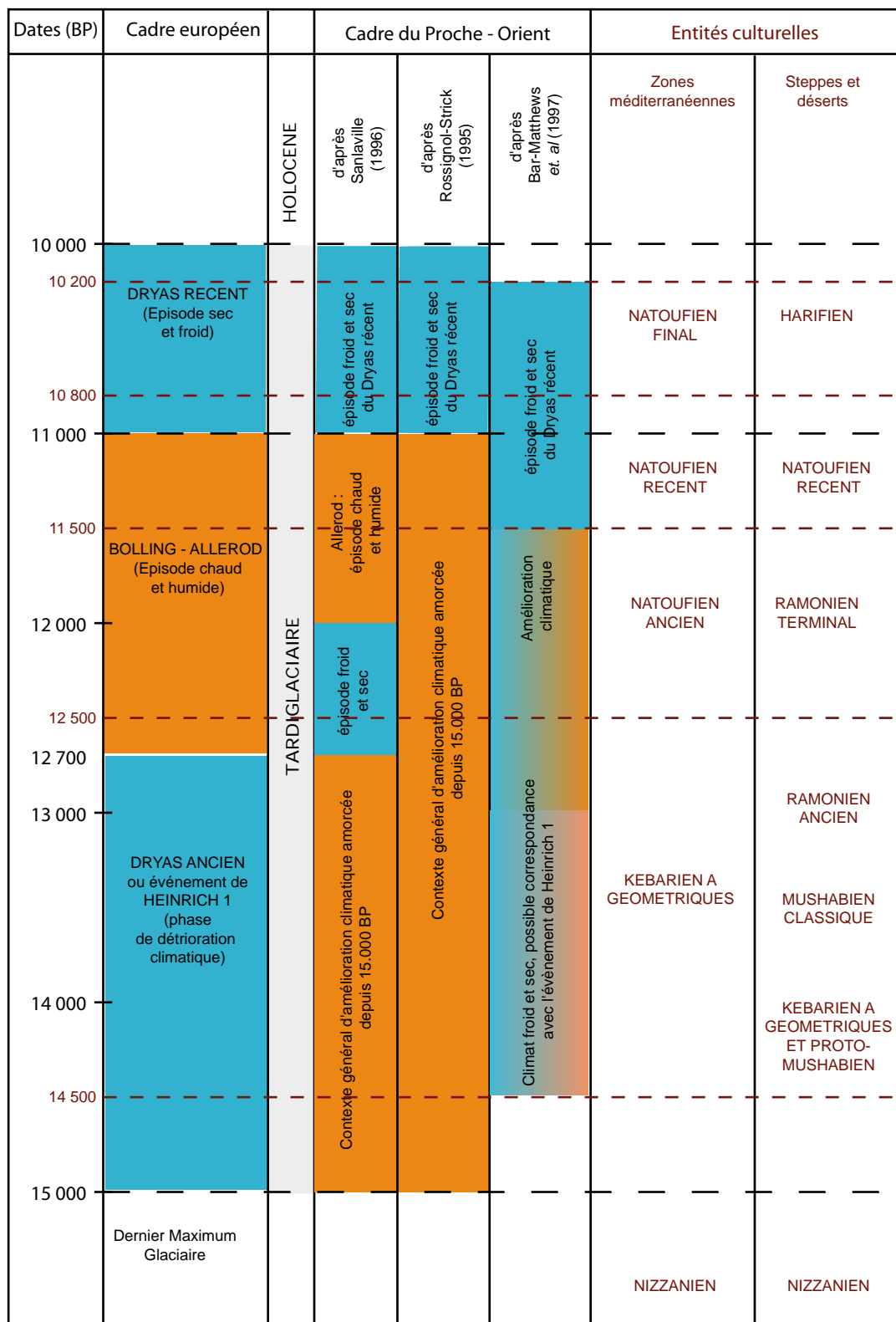


Planche 4 : Différentes reconstitutions climatiques proposées pour la période du Tardiglaciaire au Proche-Orient et séquence culturelle.

vallée de l'Euphrate) par exemple, une phase très aride aurait débuté vers 10.600 BP et continué jusqu'à environ 10.000 BP. Les analyses palynologiques de différents sites de la vallée du Jourdain et de Galilée montrent que les arbres auraient presque totalement disparu à cette même période (Leroi-Gourhan, Ar. et Darmon, 1991 ; Darmon, 1996). Selon Bottema (1995), pour la région levantine, un changement vers des conditions plus froides est enregistré à partir de 11.500 BP. L'auteur constate cependant une importante variation de l'évolution climatique à cette période pour l'Est de la méditerranée. Bar Matthews *et al.* (1997)<sup>2</sup> identifient pour leur part un épisode froid et sec vers 11.500 BP qui est considéré comme correspondant au Dryas Récent. Geraga *et al.* (2000) mettent en évidence un refroidissement des eaux dans la mer Egée entre 11. 800 et 10. 800 BP qu'ils associent aussi au Dryas Récent.

- l'Holocène est reconnu par tous comme une période d'amélioration rapide des conditions climatiques. Dans différents sites du Nord du Levant, la part des céréales dans la végétation augmente tandis que celle des chénopodiacées, indiquant un environnement aride, diminue (Sanlaville, 1997). Selon Sanlaville (1997), dans le Sud, les conditions climatiques paraissent instables et auraient été défavorables jusque vers 9500 BP.

Différents auteurs considèrent que l'évolution paléoclimatique aurait été synchrone au Moyen-Orient, depuis l'Anatolie jusqu'au sud de L'Arabie et à l'Egypte (e.g Rossignol-Strick, 1995 ; Sanlaville, 1996, 1997). La plupart s'accorde en définitive sur une tendance générale d'amélioration climatique amorcée vers 15.000 BP (peut être même avant), un épisode très froid et sec au Dryas Récent (dont les limites chronologiques varient selon les études) suivi d'une évolution rapide vers des conditions climatiques proches de l'actuel à l'Holocène. L'identification de variations climatiques au cours des phases du Tardiglaciaire précédant le Dryas Récent apparaît plus problématique (Planche 4).

### 1.2.2.3. Incidence sur les formations végétales, coïncidence entre variations climatiques et culturelles

L'enjeu de ces reconstitutions a plus particulièrement porté sur la coïncidence entre changements culturels et climatiques ainsi que sur l'estimation des disponibilités en ressources végétales comestibles en particulier les céréales.

- Sanlaville (1996) considère qu'il est possible d'établir un lien entre les variations climatiques et la distribution géographique des sites ainsi que leur densité. Par ailleurs, "*... il semble bien qu'entre 20 000 et 7 000 ans BP, des changements socio-économiques décisifs aient coïncidé avec des périodes climatiquement défavorables...*" (1996, p.25). Si le Natoufien correspond généralement à une période chaude, son début se place dans une phase de péjoration climatique tandis que sa fin coïncide avec la phase froide et sèche du Dryas Récent (Sanlaville, *op. cit.*). Cependant, l'épisode froid et sec du début du Natoufien mentionné par l'auteur n'est

---

<sup>2</sup> afin d'effectuer une comparaison avec les autres reconstitutions climatiques proposées, nous nous référons à la chronologie BP publiée par les auteurs en 1997. Celle-ci a été depuis précisée en adoptant des dates

apparemment identifié que dans les sites archéologiques. La planche 4 montre qu'il est difficile, eu égard aux différentes reconstitutions proposées, d'établir une relation entre les changements climatiques et culturels. O. Bar-Yosef (pers. com) suggère pour sa part un lien entre l'amélioration climatique du Bolling amorcée vers 14.500 cal. BP et le développement du Natoufien, cette hypothèse serait renforcée par la chronologie calibrée publiée par Aurenche *et al.* (2001). La prise en compte de datations absolues permettra probablement à l'avenir de préciser les reconstitutions proposées.

- l'incidence exacte des fluctuations climatiques sur les formations végétales est difficile à estimer. Selon Miller (1997), les données palynologiques indiquent une extension de la steppe de type irano-touranienne durant la période glaciaire, une expansion de la forêt méditerranéenne à partir de 13.000 BP suivie d'un retrait de courte durée durant le Dryas Récent. Tchernov (1997) considère que la forêt aurait atteint son extension maximale dans le Sud du Levant vers 12/11. 000 BP. Selon Hillman (1996), céréales sauvages et herbacées annuelles auraient accompagné cette vague d'expansion qui correspond plus généralement à un enrichissement en ressources végétales comestibles. Au Proche-Orient, plutôt que les fluctuations de températures, la variation des précipitations apparaît de première importance pour la distribution des biomasses (*e.g* Bar-Yosef, O. 1996). L'étude des spéléothèmes de la grotte de Nahal Soreq (proche de Jérusalem) a permis de donner une estimation des températures et de la pluviométrie pour la période de 25.000 BP à 7000 BP (Bar-Matthews et Ayalon, 1997) : entre 17.000 et 10.000 BP, la tendance générale est un réchauffement de 2 à 3° par rapport à la période précédente et une augmentation graduelle des précipitations annuelles qui sont estimées entre 680-850 mm. Une végétation de type C3 s'installe et restera dominante par la suite. La période comprise entre 12.000 et 10.000 B.P est considérée comme transitionnelle par rapport à la suivante. Les températures moyennes sont situées entre 14.5° et 18°. Un changement abrupt vers des conditions plus froides est enregistré au Dryas Récent. Plusieurs données indiquent par ailleurs une aridification durant cette crise climatique. Entre 10.000 et 7.000 BP, les conditions s'approchent de l'actuel.

### **1.3. Cadre chrono - culturel : Epipaléolithique et début du Néolithique au Levant**

Bar-Yosef, O. (1989) distingue deux approches dans l'établissement d'un cadre chrono-culturel au Levant. Une première consiste à assimiler un assemblage, des niveaux et des sites dans de grandes unités telles que l'Epipaléolithique 1, 2, 3... ou ancien, moyen, récent. La seconde à définir des entités archéologiques sur la base de la distribution géographique et chronologique de certains traits typologiques. Ceci rejoint les remarques de Goring-Morris et Belfer-Cohen (1997). La présentation du cadre chrono-stratigraphique de l'Epipaléolithique du Levant proposée par ces auteurs (tableau 1) nous servira de trame pour dresser un rapide

---

datations absolues.

bilan des entités mises en évidence à la fin de l'Epipaléolithique et de leurs caractéristiques. Les auteurs adoptent le point de vue des "diviseurs" car il reflète mieux, selon eux, la complexité des adaptations développées face aux différents environnements. Les divisions effectuées au sein des grands ensembles chrono-culturels recoupent en général une dichotomie environnementale opposant la zone méditerranéenne et les zones steppiques au Sud ainsi que les déserts du Negev et du Sinaï.

### **1.3.1. Les différentes entités culturelles de l'Epipaléolithique et du début du Néolithique levantin**

Les complexes du ***Kébarien à géométriques (14.500-12.500)*** et du Mushabien précèdent l'apparition du Natoufien. La première entité dérive directement du Kébarien, les sites sont distribués dans la zone méditerranéenne, dans le Negev, le Sinaï ainsi que dans les déserts syro-jordaniens. Les ensembles lithiques sont caractérisés par une forte fréquence de lames et de lamelles transformées principalement en microlithes de type trapèze-rectangle. Du matériel de broyage est fréquemment découvert dans les sites de la zone méditerranéenne. Les bilans effectués par Byrd (1994) et Henry (1997) pour le bassin de Jordanie attestent d'une spécificité des complexes industriels dans cette région. Par ailleurs, ces études remettent en question l'existence d'épisodes de dépeuplement des zones arides, proposée dans la synthèse de Belfer-Cohen et Goring-Morris (1997).

Le complexe ***Mushabien (14.500-12.500)*** est localisé dans le Nord du Sinaï et dans le Negev. Il est contemporain du Kébarien à géométriques et, dans sa phase finale (le Ramonien), du Natoufien Ancien. L'industrie lithique montre des affinités avec les industries microlithiques du Nord-Est de l'Afrique. L'utilisation intensive de la technique du micro-burin ainsi que certaines formes de microlithes apparaissent comme des phénomènes nouveaux dans la région (Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, 1992). Kébarien à géométriques et Mushabien pourraient représenter deux groupes distincts. Si l'origine nord-africaine du Mushabien se confirme, cette entité pourrait résulter d'une expansion de ces groupes dans la région. Pour les deux complexes, la taille des sites est interprétée comme reflétant une occupation par de petits groupes très mobiles (Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, 1992).

Si la période de la fin de l'Epipaléolithique (12.500 - 10.200/100 BP) est souvent assimilée au Natoufien en tant qu'entité générale, celle-ci doit être, en fait, perçue comme très variée, comprenant une série de phases chronologiques distinctes et de variations régionales (Belfer-Cohen et Goring-Morris, 1997). Garrod (1932, 1957) avait proposé une origine Nord africaine du Natoufien. La thèse d'un développement local, favorisée par Neuville, est aujourd'hui largement acceptée (Belfer-Cohen, 1991b). Cependant, les conditions de ce développement restent à préciser (la planche 5 présente une carte de répartition des sites natoufiens).

Le ***Natoufien Ancien (12.500–11.500 B.P)*** a été reconnu en premier lieu dans la zone méditerranéenne du Mont Carmel et de la Galilée. Cette région est considérée comme un "centre" dans la mesure où elle livre les sites les plus riches (Valla, 1995a) et, jusqu'à présent, les plus anciens (Weinstein-Evron, 1991 ; 1998). Beaucoup d'entre eux sont localisés en grotte, souvent dans des zones intermédiaires entre la plaine côtière et les

hauteurs (Valla, 1995a). Les plaines côtières elles-mêmes semblent avoir été abandonnées. Des indices ténus d'une présence dans le Nord du Levant sont connus (Cauvin, MC. 1991 ; Cauvin, J. *et al.* 1997). Dans le bassin jordanien, la répartition des sites indique une occupation des hauteurs (Erq el-Ahmar) et des fonds de vallées (Fazael VI, Salibiyah XII et peut être Jéricho). Henry (1982) propose une origine locale du Natoufien, les datations de différents sites suggérant un développement très ancien dans cette région. Byrd (1998) favorise aussi l'idée d'une continuité entre le Natoufien et les cultures précédentes. Il considère cependant que des datations supplémentaires sont nécessaires afin de valider l'hypothèse d'Henry (Byrd, 1994).

Dates (B.P) et Unités stratigraphiques	Entités culturelles	
	Zone méditerranéenne	Steppes et déserts
<i>Epipaléolithique</i>		
	<b>Ancien</b>	
20.0 – 16.0	Masraqan (Ahmarien final)	Masraqan
17.5 – 16.0	Kébarien ancien	Kébarien ancien
16.0 – 14.0	Kébarien récent	Kébarien récent
16.5 – 15.5	Nizzanien	Nizanien
14.5 – 12.5	<b>Moyen</b>	
14.0 – 13.0	Kébarien à géométriques	K. à G. et Mushabien classique
13.0 – 12.5	Kébarien à géométriques	Ramonien ancien
	<b>Récent</b>	
12.5 – 11.5	Natoufien ancien	Ramonien Terminal
11.5 – 10.8	Natoufien récent	Natoufien récent
10.8 – 10.2	Natoufien final	Harifien
<i>Néolithique ancien</i>		
	<b>PPNA</b>	
10.2 – 10.0	Khiamien	Harifien final
10.0 – 9.5	Sultanien	Abu Madi I
	<b>PPNB</b>	
9.4 – 9.0	PPNB ancien	PPNB ancien
9.0 – 8.1	PPNB moyen/final	PPNB moyen/final
8.1 – 7.6	PPNB final (PPNC)	PPNB final (PPNC)

tableau 1 : unités chrono-stratigraphiques et entités culturelles au Nord (zone méditerranéenne) et au Sud (zone de désert et de steppe) du Levant pour l'Epipaléolithique et le début du Néolithique. D'après Goring-Morris et Belfer-Cohen (1997, p.75).

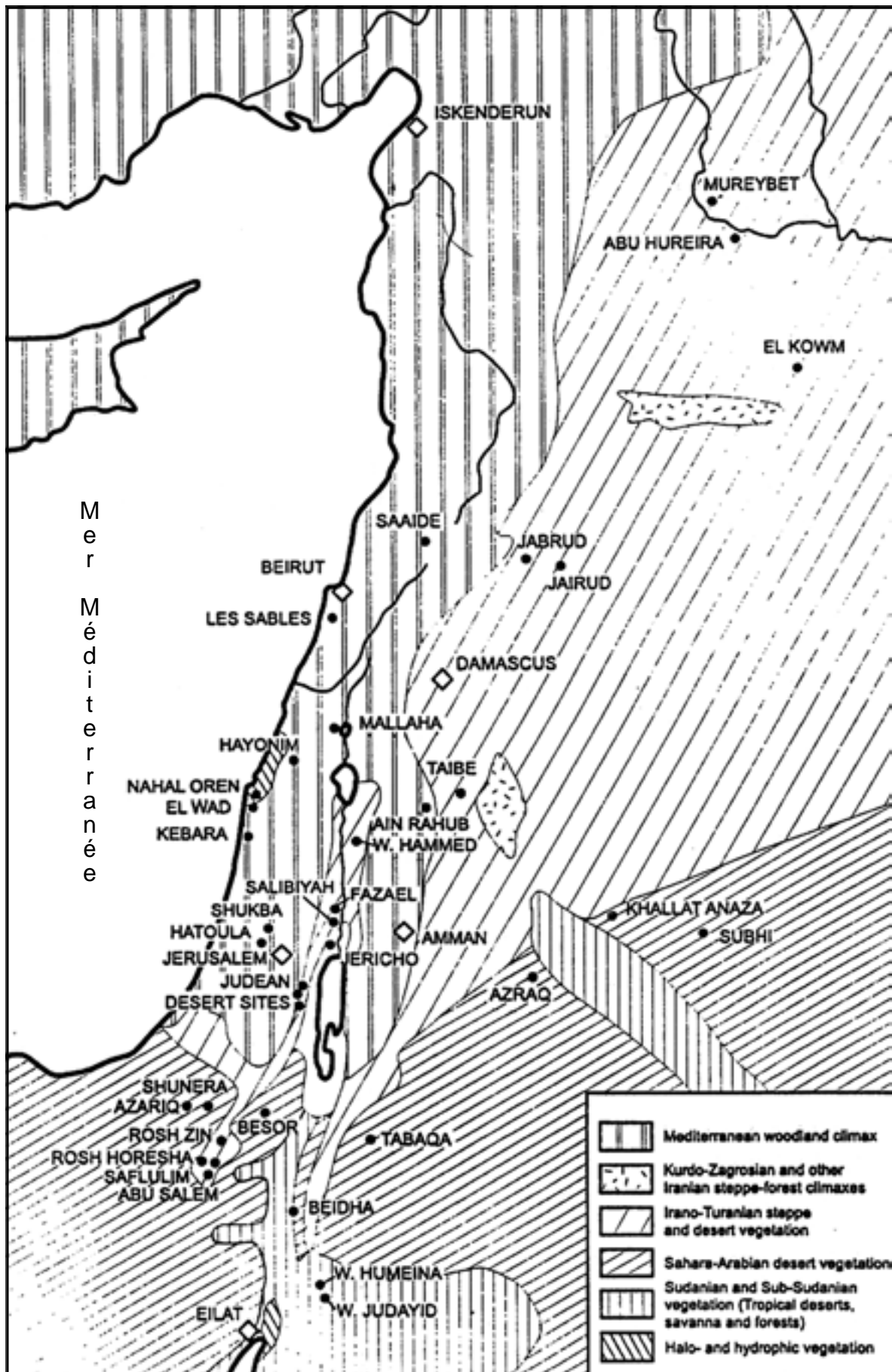


Planche 5 : carte de répartition des sites natoufiens au sein des différentes zones environnementales, d'après F. Valla et M. Barazani

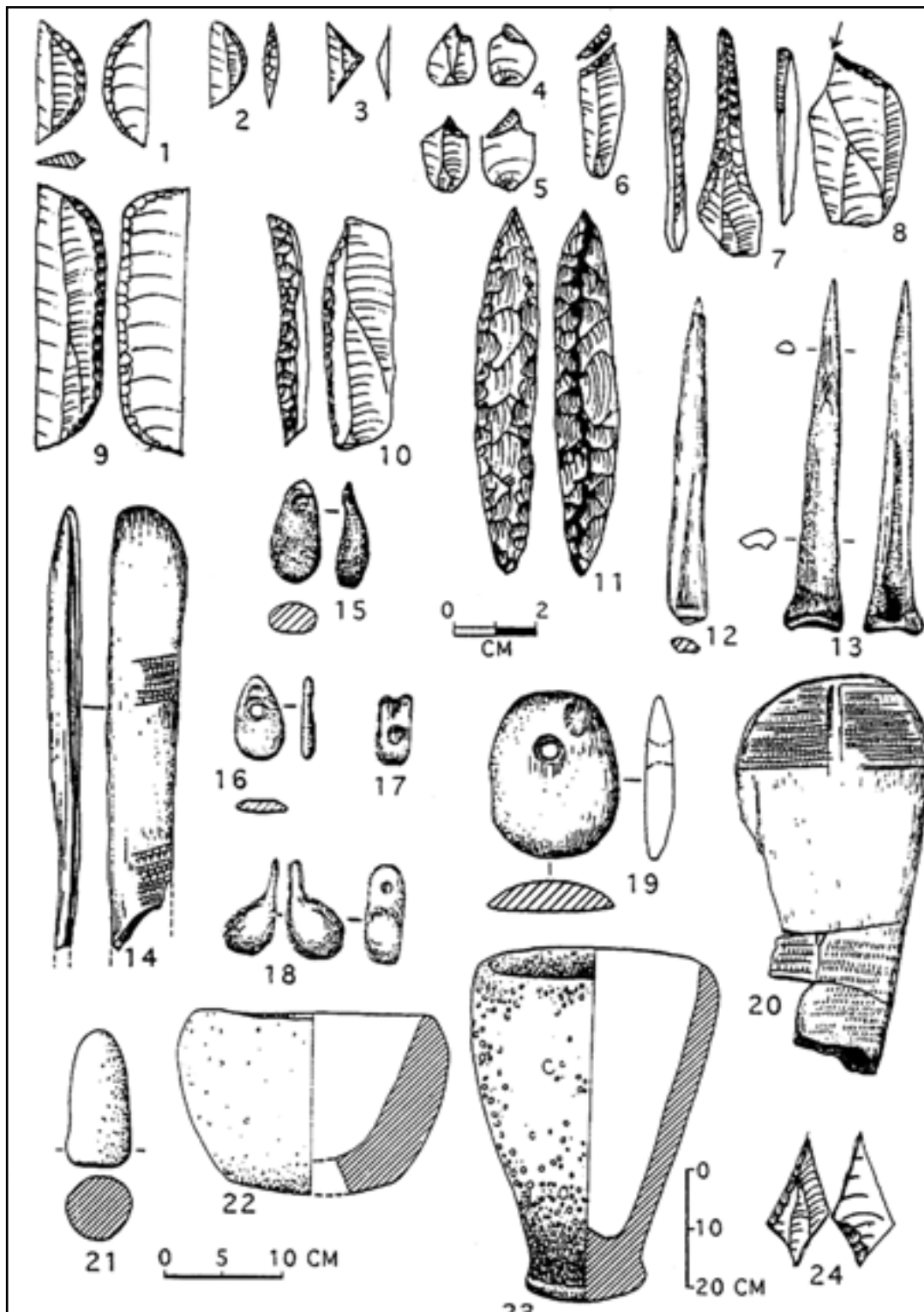


Planche 6 : exemples d'outils de silex et d'os, de matériel de broyage natoufiens (d'après Bar-Yosef, 1998a) : 1 et 2. segments de cercle ; 4 et 5. microburins ; 6. lamelle à troncature ; 7. perceur ; 8. burin ; 9 et 10. : lames-faucille ; 11. : pic ; 12 et 13. outils appointés en os ; 14. manche de faucille décoré ; 15 à 19. parure en os ; 20. spatule en os décorée ; 21. pilon ; 22 et 23. mortiers ; 24. pointe de Harif.



Au Sud du Mont Hébron jusqu'au Nord du Sinaï, l'industrie du Ramonien Terminal n'apparaît pas en rupture avec les adaptations précédentes. Le **Ramonien**, reconnu dans le Negev et le Sinaï, est caractérisé par la présence des pointes de Ramon, lamelles à dos concave et à troncature oblique. Plusieurs éléments tels que les segments de cercle à retouche hélouan attestent d'un certain degré d'interaction avec le Natoufien de la zone méditerranéenne (Goring-Morris, 1995a).

Au **Natoufien Récent (11.500–10.800 B.P)**, la densité des implantations se réduit à l'exception du Nord du Levant, sur les flancs Est des monts de l'Anti-Liban et le long de l'Euphrate. Dans le Sud, la transition entre le Ramonien Terminal et le Natoufien Récent est perçue comme abrupte, ce qui traduirait une rupture entre les deux. Par ailleurs, l'aire de répartition des sites s'amenuise bien que l'on constate une exploitation nouvelle des hauteurs.

Le **Natoufien Final (10.800-10.250 BP)** reste une période mal connue, documentée dans un petit nombre de sites (Valla, 1984 ; Valla *et al.*, 2001). Les fouilles récentes entreprises à Mallaha par F.R Valla et H. Khalayli attestent de la présence de structures construites non retrouvées sur les autres gisements de la zone Carmel-Galilée. Valla *et al.* (*op. cit*) considèrent que cette dernière phase du Natoufien connaît un recul de la sédentarité qui est peut être à mettre en relation avec une intensification de la chasse.

A cette période, la culture du **Harifien (10.750-10.100 BP)** se développe dans le Sud, probablement en continuité avec celle du Natoufien Récent. Les sites de plus grande taille ont été trouvés sur le plateau d'Har Harif, de plus petits sites sont localisés dans l'Ouest du Negev et le Nord du Sinaï. Les assemblages des premiers apparaissent plus diversifiés, comprenant notamment du matériel de broyage. De petites structures généralement de trois mètres de diamètre sont aussi signalées (Goring-Morris, 1987, 1990 et 1991 ; Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, 1992).

Les périodes suivantes peuvent être considérées, selon Aurenche et Kozłowski (1999), comme un "Protonéolithique", tous les éléments définissant les sociétés néolithiques n'étant pas alors attestés. Sur la base de la séquence de Jéricho, deux phases **Pre Pottery Neolithic A et B (PPNA de 10.200 à 9.500 et PPNB de 9.400 à 7.600)** sont distinguées. Elle sont marquées par la succession et la coexistence de différentes cultures. Dans la vallée du Jourdain, le Sultanien est caractérisé par une industrie lithique comportant des nuclei à lame à plan unipolaire, des pointes d'El-Khiam, des lames de faucille de grande taille, des tranchets et les premières haches polies en calcaire ou en basalte. Dans le Sud du Levant, le Khiamien est défini comme une culture de transition entre le Natoufien et le Sultanien. Le Mureybétien du moyen-Euphrate, l'Aswadien dans le centre du Levant et le Sultanien dans le sud constituent trois ensembles régionaux correspondant aux horizons PPNA. Selon Belfer-Cohen (1994), dans la vallée du Jourdain, les industries lithiques attestent d'une continuité entre le Natoufien et le PPNA. Le PPNB est divisé, selon le système proposé par J. Cauvin, en quatre périodes (PPNB ancien, moyen, récent et final) auquel l'auteur ajoute des faciès régionaux (*in* Aurenche et Kozłowski, 1999) ; il est contemporain dans sa phase finale des premières productions de céramiques. La limite entre PPNA et B, les sous-divisions à l'intérieur des deux périodes font cependant l'objet de débats (*e.g* Aurenche *et al.*, 1981 ; Aurenche et Kozłowski, 1999 ; Belfer-Cohen, 1994). Le PPNB correspond au développement des

premières communautés agricoles (e.g Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, 1989 ; Cauvin, J. 1994 ; Aurenche et Koslowski, 1999).

### **1.3.2. Considérations chronologiques : l'apport de la calibration**

Aurenche *et al.* (2001) ont récemment publié une chronologie calibrée des cultures dites Proto-Néolithiques et Néolithiques du Proche-Orient. Il ressort de ces travaux que la période 1, qui selon la chronologie proposée comprend le Natoufien, est comprise entre 12.500 et 9.500 cal BC., elle apparaît ainsi plus longue que ce que l'on envisage généralement. Par ailleurs, les auteurs constatent un recouvrement entre cette première phase et la période 2 correspondant au PPNA. Si différents problèmes de méthodologie restent à résoudre, ces recouvrements sont néanmoins considérés comme significatifs.

## **2. Particularité et diversité des adaptations natoufiennes**

Historiquement, la définition du Natoufien est fondée sur son industrie lithique ainsi que sur différents caractères marquant une rupture avec les périodes précédentes. Ils comprennent essentiellement le développement de l'outillage lourd, de l'industrie osseuse, des manifestations artistiques, des structures d'habitat ainsi qu'une modification des pratiques funéraires (e.g. Bar-Yosef, O. 1980, 1981, 1998a et 1998b ; Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen 1989, 1992 ; Belfer-Cohen, 1989, 1991b ; Byrd, 1989b ; Henry, 1981, 1989 ; Valla, 1988a, 1988b, 1995a, 1999).

Si cette définition est proposée dans de nombreuses synthèses, elle est aussi la plupart du temps remise en cause. En effet, elle ne permet pas d'appréhender la variabilité du Natoufien comprenant des phases chronologiques distinctes et des variations régionales.

Nous présenterons en premier lieu une synthèse de cette définition. Nous chercherons ensuite à décrire cette "diversité natoufienne".

### **2.1. Définition d'une entité culturelle**

#### **2.1.1. La culture matérielle**

##### **2.1.1.1. L'industrie lithique**

Les systèmes de production comprennent débitage lamellaire et d'éclats. L'industrie lithique est caractérisée par l'utilisation exhaustive des nuclei orientée vers l'obtention de supports de petite(s) taille(s). Le Natoufien se distingue des autres périodes de l'Épipaléolithique par la présence constante de perçoirs et de poinçons. Sa particularité s'exprime par ailleurs dans le groupe des microlithes, comprenant des segments de cercle à retouche bifaciale oblique (hélouan) ou à dos, des trapèzes rectangles et des triangles (Planche 5). L'industrie se

# Planche 7

## Classification des outils selon Leroi-Gourhan (1971, p.43-74) :

Toute transformation de la matière au moyen d'un outil est définie comme la combinaison d'une action de préhension et de percussion. Les modes de préhension et de percussion permettent de caractériser les différents types d'outil, en fonction des variables suivantes :

- le mode d'application de la force : percussion lancée / posée / posée avec percuteur (lorsque l'on utilise une pièce intermédiaire) ;
- la morphologie de la partie active de l'outil : la percussion est linéaire dans le cas d'un tranchant, punctiforme pour une pointe, diffuse dans la cas de surfaces étendues ;
- l'incidence du geste et le mouvement : perpendiculaire, oblique ou circulaire.

## Exemples de caractérisation d'outils en fonction de la classification de Leroi-Gourhan (d'après S. de Beaune, 1989, p.29) :



a. et b. percussion lancée punctiforme ; c. et d. percussion lancée perpendiculaire diffuse



e. percussion lancée perpendiculaire diffuse



f. percussion posée oblique diffuse



g. percussion oblique diffuse : meule et molette tenue à une main



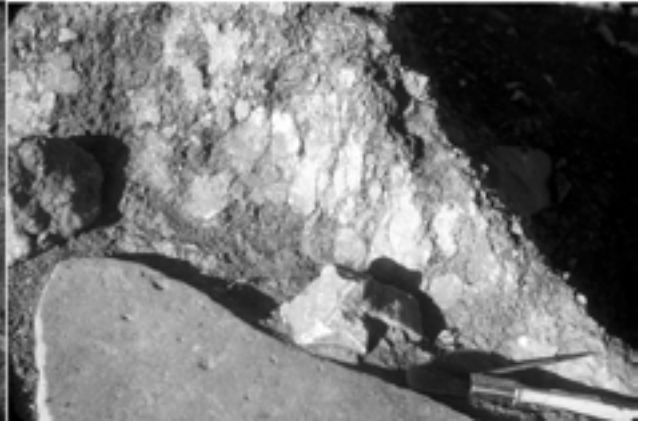
h. percussion oblique diffuse, aiguisage du tranchant d'une hache sur polissoir

## Planche 8

### Mallaha

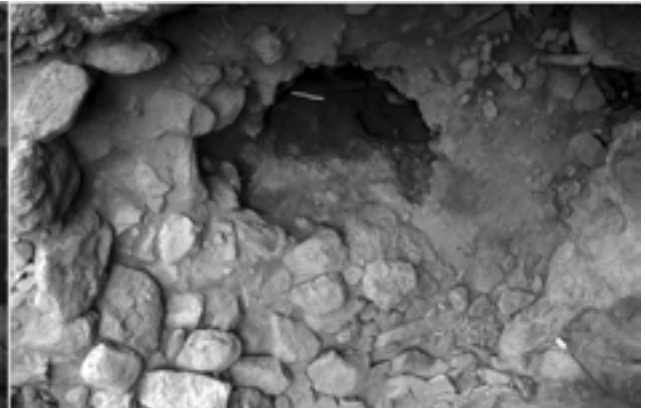
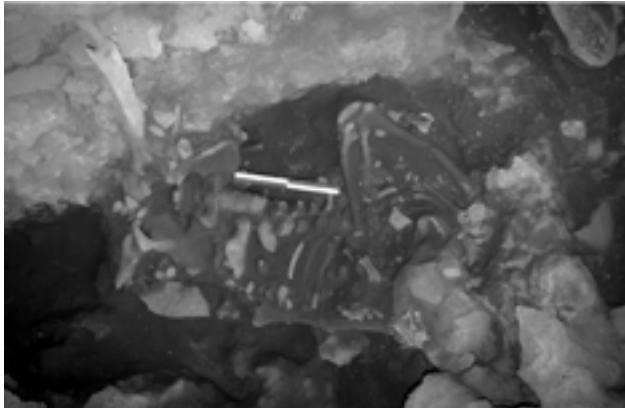


L'abri 26



Sol plâtré dans l'abri 1

### La grotte d'Hayonim

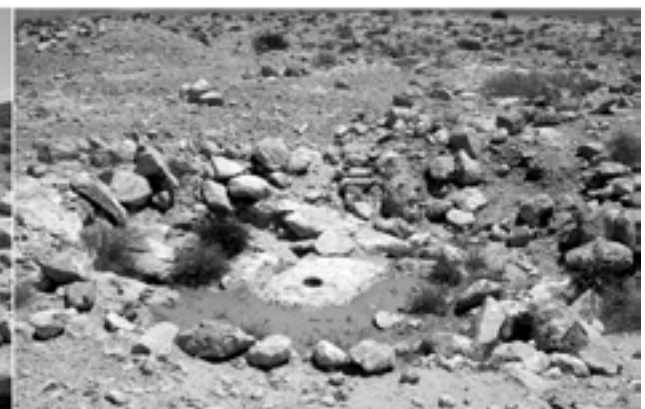


A gauche sépulture en cours de fouille, la fosse a été aménagée dans un des locus (à droite, une fois la sépulture dégagée).

### Les sites du désert du Négev



Upper Besor 6



Abu Salem

caractérise aussi par la présence de lames-faucille et de pics ainsi que d'un outillage plus massif, généralement en calcaire, les "*heavy duty tool*" (Bar-Yosef, O. 1998a ; Belfer-Cohen, 1991b).

L'apparition des lames-faucilles, présentant un lustre prononcé résultant d'une utilisation pour la récolte des graminées<sup>3</sup>, est considérée comme un phénomène natoufien. Cependant des manifestations antérieures de lustre sur des lames ont déjà été mentionnées (Bar-Yosef, O. 1981 ; Anderson, 1991). Ces outils semblent en fait plus abondants à partir du Natoufien dans les sites de la zone méditerranéenne alors qu'ils seraient peu représentés dans la zone aride.

Des pics, considérés comme les ancêtres des pics néolithiques, font leur apparition à cette période.

La plupart des chercheurs insistent sur le côté "réducteur" d'une caractérisation du Natoufien sur la seule base de l'industrie lithique. Cependant, pour certains sites localisés en marge de la zone centrale Carmel-Galilée, celle-ci reste le principal "dénominateur commun" (Belfer-Cohen et Grossman, 1997).

### 2.1.1.2. Le mobilier de pierre

Le Natoufien est marqué par l'augmentation et la diversification du mobilier de pierre (chez les auteurs anglo-saxons : "*pecked and ground stone*", "*ground stone*" ou "*ground-stone tool*") (Planche 5). Cette catégorie regroupe tous les artefacts utilisés et/ou mis en forme par piquetage et abrasion. Elle rassemble des objets divers tels que les meules, molettes, vaisselle en pierre, haches polies, disques perforés, pierres à rainure mais aussi pendentifs et pierres gravées (e.g. Moholy-Nagy, 1983 ; Wright 1992 a et b ; Voigt, 1983). Nous évoquerons quelques unes des catégories mentionnées en commençant par les pierres à rainure dont la fonction est débattue.

#### *Les pierres à rainure*

En effet, l'apparition au Natoufien des pierres à rainure est souvent considérée comme un indice de la présence de l'arc à cette période. Les données ethnologiques indiquent en effet que le redressement de fûts de flèches est une des fonctions courantes de ce type d'outil (Bar-Yosef, O. 1998a). Cependant, les modes d'utilisation des pierres à rainure pourraient être en définitive plus divers (Valla, 1987b ; Christensen et Valla, 1999).

#### *Le matériel de broyage*

Le "matériel de broyage" ou "matériel de mouture et de broyage" (*grinding-stones*), comprend l'ensemble des outils employés pour des actions de concassage, pilage, écrasement, broyage autant de termes induisant la fragmentation voire la réduction en poudre d'une matière. Cet outillage peut être caractériser comme un système comprenant un élément actif avec lequel

---

<sup>3</sup> Graminées (selon Aurenche et Koslowski, 1999, p.120) : famille de plantes à laquelle appartiennent les céréales (blé, orge, seigle et avoine), et un grand nombre d'autres appelées vulgairement herbes, dont les fleurs sont regroupées en épis et en grappes : plantes fouragères comme le brome, le paturin, la fétuque ou les roseaux. Les graminées sont associées à des milieux ouverts (steppe, forêts claires de chênes, vallées intermontagnardes du Zagros).

on transmet la force motrice et un élément passif. On distingue deux couples d'outil renvoyant, pour reprendre la terminologie de Leroi-Gourhan, An. (1971) (Planche 7), à un mode dominant d'application de la force avec l'élément actif (percussion lancée ou posée) :

- les formes plates, témoignant d'une utilisation principale en percussion posée sont dénommées molettes (pour les outils actifs) et meules (pour les outils passifs), "*mano*" et "*metate*" dans la plupart des études portant sur l'Amérique du Sud, "*handstone*" et "*grinding stone*" pour l'ensemble du monde anglo-saxon ;
- les formes creuses, fonctionnant principalement en percussion lancée sont dénommées mortiers (outils passifs) et pilons (outils actifs) soit "*pestle*" et "*mortar*".

Au Levant, cet outillage est attesté dans des ensembles archéologiques datant du Paléolithique. On constate à partir du Natoufien une augmentation significative des assemblages et une diversification des types d'outils représentés. Ceci est interprété comme la preuve probable d'une exploitation intensive des ressources végétales. Bar-Yosef, O. (1998a, p.165) signale cependant la mise en évidence d'une utilisation pour le broyage de minéraux tels que le calcaire et l'ocre. Nous présenterons plus en détail cet outillage et discuterons des différentes interprétations proposées quant à son développement dans le chapitre 3.

### 2.1.1.3. L'industrie osseuse

L'industrie osseuse est, elle aussi, beaucoup mieux représentée et plus diversifiée au Natoufien qu'aux périodes précédentes. Les objets typiques sont les outils appointés, les harpons, les hameçons (Campana, 1989 ; Stordeur, 1991) (Planche 5). Les ensembles sont marqués par la présence de quelques outils pouvant être interprétés comme des "manches" de faucille. Les études tracéologiques effectuées par Campana (1989, 1991) indiquent qu'une grande proportion de cet outillage a été utilisée pour le travail de la peau ou pour des activités de vannerie et non comme projectile ou encore pour des opérations de boucherie.

### 2.1.2. L'art natoufien

Le développement de l'art dans la région levantine est attesté à partir du Natoufien (Belfer-Cohen, 1988a). C'est un art essentiellement mobilier comprenant des éléments de parure (perles en os, pierres et coquillages), des figurines, des dalles gravées et des objets fonctionnels décorés (Garrod et Bate 1937 ; Neuville, 1951 ; Perrot, 1957, 1966 ; Henry, 1976 ; Pichon, 1983 ; Belfer-Cohen, 1991a ; Maréchal 1991 ; Noy, 1991 ; Weinstein-Evron et Belfer-Cohen, 1993 ; Weinstein-Evron, 1998 ; Valla *et al.* 1999, 2001). Selon Valla (1995b), les témoins artistiques peuvent être classés en trois catégories : les objets simples, les outils et les éléments d'architecture. Les thèmes représentés comprennent des représentations humaines et animales ainsi que des motifs géométriques de type quadrillage, combinaisons de lignes parallèles, motifs en chevron.

### 2.1.3. Architecture

En ce qui concerne les modes d'implantation, la période est marquée par la présence de structures construites qui caractérisent les sites définis comme des "camps de base" mais aussi par l'occupation des grottes et abris sous roches, peu employés au Kébarien et au Kébarien à géométriques (Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, 1989). Ces structures ne sont pas fondamentalement nouvelles dans le registre archéologique mais, ici encore, on constate une augmentation notable dans leur fréquence ainsi qu'un investissement plus important dans leur construction (quelques exemples sont présentés Planche 8). Par ailleurs, elles ne sont généralement plus isolées mais groupées. Ainsi, le site de Mallaha a été interprété comme un "village primitif" (Valla, 1981, 1991).

Ces structures sont généralement ovales à circulaires, leur diamètre variant entre 3 et 6 m (Bar-Yosef, O. 1998a). Les techniques de construction sont diverses : elles sont "semi-enterrées" à Mallaha, les murs s'appuient sur une levée de terre et peuvent comporter plusieurs assises (Perrot, 1960, 1962, 1966, Valla et Khalaily, 1997 ; Valla *et al.*, 1999 et 2001). Des trous de poteaux trouvés dans l'Abri 131 suggèrent la présence de superstructures en matériaux périssables (Perrot, 1974 ; Valla, 1988b). Dans la grotte d'Hayonim, l'espace entre les locus a été comblé par l'apport d'une grande quantité de pierres servant d'appui aux murs des constructions (Bar-Yosef, O. et Goren, 1973, Belfer-Cohen, 1988c, p.42-43). A Abu Hureyra, les structures semblent avoir été creusées dans le substrat meuble, de nombreux trous de poteaux sont aussi attestés (Moore, 1991 ; Moore *et al.*, 2000).

Outre ces structures, souvent considérées comme des "maisons", les activités de construction comprennent aussi l'aménagement de foyers, de sols enduits, de fosses pouvant elles aussi présenter un enduit. Ces dernières sont peu nombreuses, elles ont parfois été interprétées comme des structures de stockage. L'analyse de leur contenu, la variabilité de leur forme indiquent néanmoins, plus probablement, une plurifonctionnalité de ces fosses (Valla, 1995a, 2000). L'association des sépultures et de l'habitat semble témoigner d'un changement dans la perception de l'espace, en particulier du lieu d'habitat, qui serait à mettre en parallèle avec le développement de la sédentarité (Bar-Yosef, O. 1981 ; Valla, 1991).

### 2.1.4. Les pratiques funéraires

En 1999, lors d'une réunion marquant la fin du dernier programme de fouille à Hayonim, B. Arensburg et A-M. Tillier proposaient un bilan des restes humains mis au jour au Levant depuis le Paléolithique Moyen. Les estimations sont de : 10 vestiges humains pour le Paléolithique Moyen, 19 pour l'Aurignacien. A ce jour, 450 sépultures natoufiennes ont été mises au jour (A. Belfer-Cohen, com. pers.). Les documents permettant d'appréhender les populations et leurs pratiques funéraires deviennent donc nombreux au Natoufien.

L'étude démographique et biologique de Belfer-Cohen *et al.* (1991) réalisée sur 370 individus constate une certaine variabilité morphologique de la population natoufienne en fonction des

sites qui témoignerait d'une adaptation à l'environnement local. Les marqueurs de pathologie ou de stress alimentaire sont peu nombreux.

Les pratiques funéraires peuvent être caractérisées de la façon suivante : comme nous l'avons mentionné, dans la zone Carmel-Galilée, les sépultures sont associées à l'habitat. A Mallaha, les données des fouilles anciennes et récentes suggèrent que les morts aient été enterrés dans certains cas sous le sol des maisons (Valla, 1995b ; Valla *et al.*, 2001). Bar-Yosef, O. (1998a) considère que les tombes sont creusées soit dans des constructions abandonnées soit en dehors et à proximité des maisons. Leur emplacement est parfois marqué par des pierres à cupules ou des fragments de mortier comme à Nahal Oren (Stekelis et Yisraeli, 1963).

Le traitement des morts est généralement limité à l'inhumation. Dès le Natoufien ancien, le prélèvement des crânes se développe sur certains sites (e.g Valla, 1999). Cette pratique se généralisera au PPNA (Belfer-Cohen, 1988b ; Bar-Yosef, O. 1998a ; Valla 1995b ; Kuijt, 1996). La plupart du temps, les corps sont déposés dans des fosses rarement aménagées. Des sépultures multiples et individuelles, primaires et secondaires sont décrites (Belfer-Cohen, 1991b et 1995). Selon Bar-Yosef, O. (1998a), les sépultures secondaires seraient plus fréquentes au Natoufien récent. Sur le site de Mallaha, Perrot *et al.* (1988) constatent que l'inhumation primaire individuelle domine au Natoufien ancien et final, le regroupement de plusieurs défunts est plus fréquent au Natoufien récent. Par ailleurs, à cette période, les enfants de moins d'un an se retrouvent exclus des fosses collectives (Bocquentin *et al.*, 2001). Pour le Natoufien en générale, les modes de dépôt des corps sont très variables, aucune orientation particulière ne semble prévaloir (Valla, 1995a). Belfer-Cohen (1995, p.16) note que "*.. besides some broad similarities in the treatment of the dead, every site had its very own local set of traditions as regards the burials.*".

Du mobilier n'est pas systématiquement associé, le cas échéant, il comporte généralement de l'outillage en os, des objets de parure, des pierres, des restes fauniques. Le statut particulier de ces derniers empêche de les considérer comme des offrandes de nourriture (Valla, 1995a et b). Ils comprennent : chiens, bois de gazelle, dent de cheval, carapace de tortue. Une des sépultures les plus remarquables du Natoufien a été mise au jour lors des fouilles de la Terrasse d'Hayonim par Valla (1995b), trois individus ont été inhumés avec deux chiens. Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen (en préparation ; Belfer-Cohen et Bar-Yosef, O., 2000) constatent une absence à la fin du Natoufien de sépultures décorés et d'objets associés aux défunts. Selon les auteurs, ceci pourrait indiquer le passage d'une société non égalitaire à une société égalitaire.

## 2.1.5. Conclusion

Ces caractéristiques correspondent donc à celles reconnues dans différents "camps de base" de la zone Carmel-Galilée, où le Natoufien a été en premier lieu identifié. Le développement des recherches dans différentes zones géographiques a entraîné une remise en question de cette définition. En même temps qu'un "fond culturel" commun, on constatait de forts particularismes régionaux. La controverse a en particulier porté sur les sites du Nord du Levant : devait-on les considérer comme natoufiens ? Plus généralement, l'appellation devait-



elle être réservée aux implantations présentant toutes les caractéristiques évoquées précédemment ? Ces débats ont généré une réflexion méthodologique et théorique sur les moyens de décrire, d'organiser et de comprendre ces particularismes régionaux, ils ont ainsi permis de préciser l'image de la culture natoufienne.

## **2.2. La diversité des adaptations "natoufiennes" : les variations régionales**

### **2.2.1. Comment décrire cette diversité ?**

Les particularismes régionaux s'expriment à travers plusieurs éléments :

- la présence ou l'absence de structure construite et de sépultures ;
- la taille des sites ;
- la composition des assemblages notamment en ce qui concerne le matériel de broyage (présence/absence et type d'outils représentés) ;
- les techniques de production ou attributs stylistiques de l'outillage lithique.

Cette diversité a été appréhendée de diverses manières : à travers la constitution de typologie de site (Bar-Yosef, O. 1980), de synthèses régionales (e.g. Goring-Morris 1987 pour le Négev et le Sinaï), de recherches spécialisées (par exemple, analyse de l'industrie osseuse par Stordeur, 1981 et 1991).

L'étude des variations typologiques et technologiques des industries lithiques a en particulier été développée. Une des démarches a consisté à effectuer des analyses multifactorielles des ensembles visant à définir des sous-groupes. Ceci peut être illustré par les travaux de Henry (1973, 1989), Olszewski (1986, 1988) et Byrd (1989b). Les sous-groupes ainsi définis recouvrent, dans les trois études, des zones environnementales. Les variations typologiques des ensembles lithiques sont généralement interprétées comme relevant d'adaptations fonctionnelles aux conditions locales. Olszewski (*op.cit*) et Henry (*op.cit*) prennent aussi en considération des attributs technologiques et stylistiques. Selon Henry (*op.cit*), les principales variations technologiques observées peuvent être reliées à des contraintes fonctionnelles ou sont significatives pour la chronologie relative de la période. Olszewski (*op.cit*) constate de son côté d'importantes différences d'un point de vue technologique entre le Sud et le Nord du Levant et propose en conséquence de ne pas les regrouper dans le même ensemble culturel, hypothèse soutenue par d'autres (en particulier Moore, 1991 ; Moore *et al.* 2000).

Les problèmes soulevés par l'interprétation des caractéristiques technologiques ou stylistiques de l'industrie lithique peuvent être illustrés par le débat portant sur la signification des variations géographiques de l'utilisation de la technique du micro-burin. Celles-ci sont considérées par certains comme relevant de choix culturels (Valla, 1995a) et par d'autres comme liées à des contraintes fonctionnelles (Henry, 1989 ; Grossman *et al.*, 1999). Ces problèmes touchent à des questions théoriques fondamentales telles que la signification culturelle des industries lithiques, les possibilités de définir des "groupes ethniques" à partir des données archéologiques et plus généralement, comme le souligne Cauvin, M-C. (1987), à

la définition conceptuelle d'une "culture". Belfer-Cohen (1991b) insiste sur la nécessité de considérer en particulier les domaines de l'expression artistique et des pratiques funéraires, plus significatifs si l'on cherche à établir des divisions culturelles fines. Une étude globale des pratiques funéraires et des témoins artistiques n'a pas encore été entreprise dans ce sens. Les méthodologies qui permettraient de répondre à de telles problématiques restent à préciser. Les différentes synthèses effectuées sur les pratiques funéraires (e.g. Belfer-Cohen, 1995 ; Byrd et Monahan, 1995 ; Valla 1995a) laissent entrevoir des variations inter-sites importantes, donnant l'image d'une géographie sociale très morcelée.

## 2.2.2. Quels ensembles sont pressentis et quelles seraient leurs relations ?

### 2.2.2.1. Différentes hypothèses

En 1981, M-C. Cauvin distinguait plusieurs groupes au sein de la culture natoufienne : celui de l'Euphrate, du Mont Carmel et de la Vallée du Jourdain, du Négev. Ces ensembles ont été depuis précisés en intégrant une perspective chronologique.

Ainsi, Belfer-Cohen et Goring-Morris (1997) identifient un groupe Natoufien restreint à la zone méditerranéenne pour la période ancienne. Une extension au Sud et au Nord caractérise le Natoufien Récent, les systèmes d'échanges mis en évidence attestent de liens importants entre le Négev et la zone méditerranéenne. Enfin, pour le Natoufien Final, Goring-Morris considère que la culture du Harifien, qui s'étend du Mont Hébron jusqu'au Négev voir au Nord du Sinaï, constitue " *a distinctive regional, but nevertheless integral facies of the Natufian entity.*" (Goring-Morris, 1991 p.210). Pour les sites du Négev, le système d'échange se tourne alors vers la Mer rouge et le Sinaï (Bar-Yosef, D. 1989 ; Belfer-Cohen et Goring-Morris, 1997). Les récentes études de Salabiya I et de Fazael IV (basse vallée du Jourdain) attribués à la fin du Natoufien (Belfer-Cohen et Grossman, 1997 ; Grossman *et al.* 1999) favorisent l'hypothèse de sites spécialisés dans l'exploitation saisonnière de certaines ressources et liés aux camps de base de l'aire méditerranéenne.

Ceci rejoint en partie les propositions de Valla (1995a, 1998) qui isole un "centre" culturel (au sens d'une diffusion limitée) dans le Carmel, la Galilée et la moyenne vallée du Jourdain, des sites retrouvés dans le bassin de la Jordanie, dans le Négev et le Nord du Sinaï, dans la vallée du Moyen-Euphrate (Valla, 1998). Au Natoufien ancien, les différences constatées entre les sites ainsi qu'à un niveau régional expriment selon l'auteur "*people's awareness of their social "belonging" at a village, regional and cultural level.*" (Valla, 1995a, p.179). Plus l'on s'éloigne du centre, plus l'abondance et la diversité de l'industrie lithique et osseuse tendent à diminuer. Les sépultures sont beaucoup plus nombreuses dans la zone centrale. Ce centre pourrait représenter le lieu d'adoption d'un nouveau mode de vie diffusé par la suite dans le bassin jordanien et adapté aux conditions locales. Au Natoufien récent, l'influence natoufienne s'étend au Sud et au Nord mais certaines spécificités régionales et locales sont maintenues. Au Natoufien final, l'influence du centre semble s'affaiblir, Valla (*op.cit*) constate pour le Négev et l'Euphrate une tendance à se dissocier des pratiques du centre, ces régions

développant leurs propres traditions locales. Le centre lui-même connaîtrait alors une évolution vers un mode de vie plus mobile. Par ailleurs, la majorité des sites est abandonnée.

### 2.2.2.2. Discussions autour de la notion de centre et de périphérie

L'idée de centre et de périphérie est ainsi développée dans beaucoup de travaux. Le centre "Carmel – Galilée" est conçu comme un lieu d'innovation et de diffusion. Belfer-Cohen (1991b), reprenant les hypothèses avancées par Goring-Morris (1987) pour le Négev, propose un mécanisme de diffusion par l'établissement de groupes originaires de la zone centrale dans les régions périphériques s'adaptant aux conditions locales. Valla (1998) semble y voir plutôt la diffusion d'un mode de vie ou encore d'une idéologie.

Deux variantes importantes à ce modèle peuvent être signalées :

- Henry (1982) propose la présence de deux centres de développement du Natoufien l'un dans la région Carmel-Galilée l'autre dans le Bassin de la Jordanie. L'adoption synchrone dans différents lieux d'un nouveau mode de vie serait liée à l'expansion de la forêt méditerranéenne. Cependant O. Bar-Yosef (pers. com) considère que d'un point de vue démographique cette séparation en deux centres de développement n'est pas recevable.

- autre variante, celle de Moore (1991 ; Moore *et al.* 2000) et Olswesky (1986, 1988) isolant les sites de l'Euphrate du reste de la culture natoufienne. Cette hypothèse plaiderait en faveur de l'adoption, dans des lieux différents, d'un nouveau mode de vie ou d'une diffusion des idées et techniques sans mouvements de population. Sellars (1998) considère à la suite de Byrd et Colledge (1991) que la dichotomie entre aire centrale et zones périphériques reflète plus probablement l'intensité des recherches effectuées dans les différentes régions.

## 2.3. Conclusion

Si la définition du Natoufien ne fait pas aujourd'hui l'objet d'un réel consensus, il faut souligner en conclusion la richesse des discussions suscitées et leur apport pour la connaissance de cette période. Le problème principal réside dans l'interprétation de la diversité de la culture matérielle (types d'outil, techniques de production), des implantations et des modes d'occupation des sites durant le Natoufien. Les réponses reposent sur la détermination des stratégies d'exploitation des ressources, des systèmes d'implantation des populations, de leur organisation sociale et des mécanismes d'échange. Différentes méthodologies ont été développées dans ce sens. Cependant, l'interprétation des données se heurte au problème récurrent de différencier les variations relevant de contraintes fonctionnelles ou de choix culturels ainsi qu'à la définition d'une géographie culturelle. Pour ce dernier aspect, l'étude des pratiques funéraires et des témoins artistiques semble à privilégier. Si l'on adopte ce point de vue, au sein par exemple de la zone centrale Carmel-Galilée, les données anthropologiques attestent d'une variabilité inter-site donnant l'image d'un territoire très morcelé. D'abord plus aisé pour le préhistorien, la détermination des stratégies de subsistance et des modes d'implantation des populations ont fait l'objet de nombreuses études. Nous ferons le point sur ces problématiques dans la partie suivante en les replaçant dans un contexte plus large, celui du processus de néolithisation au Proche-Orient.

A la variabilité régionale que nous avons pu constater au Natoufien se surimposent des modifications diachroniques des modes d'implantations, des techniques et systèmes symboliques. Le bilan des données relatives aux modes de subsistance nous permettra de discuter de l'évolution des stratégies d'adaptation au cours de cette période ainsi que de la place du Natoufien au sein du processus de Néolithisation.

## **Chapitre 2. Un état de la question sur deux problématiques : modes d'implantation et de subsistance au Natoufien**

Nous nous intéresserons dans un premier temps aux différents modèles proposés pour expliquer le processus de néolithisation. Ces modèles ont en effet fortement orienté les travaux relatifs aux deux problématiques considérées ici. Le milieu de la recherche au Proche-Orient est international et connaît l'influence de différentes écoles. La démarche américaine hypothético-déductive (selon la définition donnée par Coudart, 1992) fondée sur la constitution de modèles théoriques confrontés aux données archéologiques y apparaît particulièrement développée.

Une attention plus particulière sera donnée dans cette partie à la question des modes d'exploitation des ressources végétales car elle apparaît directement liée aux problématiques de l'apparition des économies de production et du développement du matériel de broyage.

L'objectif de ce chapitre est aussi de compléter notre présentation du Natoufien. Après avoir établi un bilan des reconstitutions proposées concernant les modes de subsistance et d'implantation, nous ferons le point sur un dernier aspect que nous avons jusqu'ici occasionnellement évoqué : celui des variations diachroniques des adaptations natoufiennes.

Nous confronterons en conclusion les données du Natoufien aux différents modèles ou processus de néolithisation proposés.

### **1. Processus de Néolithisation au Proche-Orient : les modèles proposés**

#### **1.1. Un bref rappel des données**

Cauvin, J. *et al.* (1997) définissent la néolithisation comme le processus qui va faire passer les sociétés du Proche-Orient et d'ailleurs du stade de prédateurs au stade de producteurs de subsistance. Selon Aurenche et Kozłowski (1999, p.132), le Néolithique, identifié tout d'abord en Europe, est en premier lieu défini sur des critères "technologiques" (pierre polie, céramique) puis, à la suite de Childe (1936, 1952) sur des critères économiques (agriculture<sup>4</sup> et élevage), l'auteur introduisant la notion de "révolution néolithique" dont l'origine est située au Proche-Orient. Trois centres de développement de ce nouveau mode de vie sont reconnus aujourd'hui, le Mexique, la Chine et le Proche-Orient, ce dernier étant à l'origine de sa diffusion en Europe (Smith, 1995 ; Guilaine, 2000).

---

<sup>4</sup> Selon Aurenche et Kozłowski (1999, p.101), l'agriculture se réfère au fait de semer ou planter (avec ou sans préparation du sol) et de récolter des végétaux.

La domestication des plantes apparaît antérieure à celle des animaux<sup>5</sup>. Au Proche-Orient, elle aurait été effectuée dans une zone géographique réduite, celle du croissant fertile<sup>6</sup> (les indices d'une pratique de l'agriculture sont en effet plus tardifs dans les régions arides du Sud du Levant ainsi qu'au Nord-Est du corridor levantin : Garrad *et al.*, 1996 ; Harris, 1996b ; Harris et Gosden, 1996 ; Meadow, 1996) . Selon Zohary (1996), elle résulterait probablement, au moins en ce qui concerne l'engrain, les lentilles et les pois, d'un "événement unique", sa diffusion étant assurée par celle des semences. Selon Lev-Yadun *et al.* (2000), cet événement se serait déroulé dans une aire encore plus réduite, à proximité des rives droites du Tigre et de l'Euphrate correspondant actuellement au Sud-Est de la Turquie et au Nord de la Syrie. Willcox (2000a et b) considère pour sa part que la variabilité des assemblages de céréales des sites datés du PPNA et du PPNB ancien ainsi que les résultats des analyses ADN indiquent plutôt une domestication des plantes effectuée en plusieurs lieux et de façon indépendante. La domestication des animaux, chèvres et moutons étant les premiers, semble s'être déroulée dans différentes zones du Proche-Orient au PPNB (Bar-Yosef, O. et Meadow, 1995 ; Horwitz *et al.*, 1999 ; Peters *et al.*, 1999 ; Vigne *et al.*, 1999 ; Zeder, 1999 ; Vigne, 2000).

Selon les derniers travaux de Moore et collaborateurs (2000), le site d'Abu Hureyra (Vallée de l'Euphrate au Nord de la Syrie) livrerait les plus anciens restes de céréales domestiques trouvés dans des niveaux datés de la fin du Natoufien. Pour cette période, ils représentent les seuls indices d'une domestication des plantes mis au jour jusqu'à présent. Les données viennent ensuite du PPNA, plus particulièrement du site de Tel Aswad, le premier à livrer un assemblage conséquent de graines de blé domestique (*Triticum dicoccum*), dont les formes sauvages en sont par ailleurs absentes (Miller, 1991 et 1992 ; Zohary, 1992 ; Bar-Yosef, O. et Meadow, 1995). Cependant, Kislev (1989) considère que la mauvaise conservation des restes ne permet pas de déterminer si les graines sont effectivement domestiques. Selon Willcox (2000a et b), il faut attendre le PPNB moyen pour attester avec certitude de la présence de formes domestiques au sein des assemblages. L'éventail des premières cultures couvre plusieurs espèces de graminées (engrain, blé amidonnier et orge) mais aussi différentes légumineuses (lentilles et pois), l'arboriculture se développe plus tardivement (Zohary et Hopf, 1988).

La mise en évidence du début de l'agriculture pose différents problèmes. Bar-Yosef, O. et Meadow (1995) constatent que, malgré une meilleure compréhension des relations entre morphologie des plantes et domestication, les attributs considérés comme diagnostiques des plantes domestiquées sont sujets à débat (par exemple, en ce qui concerne les céréales : Hillman et Davis, 1990 ; Kislev, 1989, 1992 ; Zohary, 1992). Ceux-ci ont été essentiellement développés pour les céréales. Zohary et Hopf (1988) ainsi que Kislev (1992) attestent des

---

<sup>5</sup> Ceci si l'on exclue le cas des chiens qui selon Tchernov et Valla (1997) pourraient bien avoir été domestiqués au Natoufien mais selon un processus inconscient, ces animaux devant alors être considérés comme des commensaux.

<sup>6</sup> Croissant fertile : selon Aurenche et Kozłowski (1999), notion introduite par l'orientaliste américain Breadsted pour désigner le territoire englobant le couloir levantin, les versants et piémonts du Zagros et du Taurus. Pratiquée de manière traditionnelle, l'agriculture nécessite un apport d'eau naturel, on parle d'agriculture sèche. La ligne de démarcation entre une pluviosité inférieure et supérieure à 200-250 mm par an, l'agriculture sèche étant possible dans ce dernier cas, suit la carte du croissant fertile.

difficultés de différenciation entre forme cultivée et sauvage pour une grande proportion de plantes. De plus, comme le souligne Digard (1999), la domestication est un état biologique résultant d'un processus, de pratiques "proto-domestiques", c'est-à-dire précédant le développement de formes domestiques, à priori peu visibles archéologiquement et qu'il est nécessaire de mettre en évidence. Ceci représente un des enjeux des recherches sur le Natoufien. Par ailleurs, comme nous le développerons plus loin (p.39-40), la domestication est la conséquence de techniques précises de manipulation des plantes. Au regard des données ethnologiques, les modes d'exploitation des végétaux apparaissent très diversifiés ainsi la présence de formes domestiques de plante indique une généralisation de certains d'entre eux. Lorsque l'on regarde le passé, il fait envisager la possible existence d'autres modes d'intervention sur le milieu végétal n'entraînant pas de domestication (e.g. Harris, 1996a ; Ingold, 1996) . Le phénomène de néolithisation implique quant à lui une importance économique significative des ressources domestiques imprimant sa marque sur les organisations sociales des populations.

Ainsi, outre les critères économiques évoqués (agriculture et élevage), la néolithisation peut être caractérisée par une réorganisation des modes d'implantation territoriaux et des organisations sociales. Elle est fondée selon Cauvin, J.(1994) sur une mutation des mentalités. Différents traits de la culture natoufienne, tels que le développement de structures construites, peuvent être considérés comme annonciateurs des modes de vie néolithiques.

## **1.2. Des modèles de Néolithisation**

Nous explorerons les principales théories développées pour expliquer l'origine de la néolithisation. Ceci nous permettra de cerner les problématiques qui vont orienter les recherches effectuées sur le Natoufien, mais aussi de comprendre les systèmes d'interprétation et présupposés adoptés par différents chercheurs.

Les modèles proposés s'intéressent plus particulièrement à deux lignes de recherche : le remplacement d'une économie de chasse et de cueillette par une économie de production ; la modification des systèmes d'implantation territoriale et des organisations sociales.

### **1.2.1. L'apparition de l'agriculture**

Les principaux mécanismes considérés comme pouvant être à l'origine du développement d'une économie de production comprennent : crise climatique (e.g Childe, 1936 ; pour une discussion voir Blumer, 1996), pression démographique (e.g Binford, 1968 ; Boserup, 1969 in J. Cauvin & M.C. Cauvin, 1983 ; Flannery, 1969, 1973), organisations sociales devenant plus complexes (e.g Bender, 1978 ; Runnels et van Andel, 1988 ; Hayden, 1990a), évolution des mentalités et des techniques (e.g Braidwood, 1960 ; Braidwood et Howe, 1960 ; Cauvin, J. 1994, 2000).

Deux concepts développés dans ces théories ont plus particulièrement marqué dans les recherches effectuées sur le Proche-Orient :

- la notion de **pression démographique** : les situations de pression démographique sont généralement comprises comme résultant d'une augmentation de la population

entraînant un déséquilibre entre taille du groupe et ressources disponibles (Cohen, 1977). Cette conception reprend, comme le souligne Rosenberg (1998), les principes issus du malthusianisme posant une propension naturelle des populations à s'accroître. Les principales critiques faites à cette théorie ont porté sur la difficulté à attester d'une augmentation de population à partir des données archéologiques et l'existence de mécanismes d'autorégulation chez les chasseurs-cueilleurs (Rosenberg, *op.cit*).

- la notion de ***broad spectrum revolution*** ou d'économie à large spectre : Flannery (1969, 1973) pose l'adoption d'une base de subsistance à large spectre comme une condition nécessaire à l'apparition de l'agriculture. Plutôt qu'une évolution d'une économie spécialisée à diversifiée, cette "*broad spectrum revolution*" reflète un élargissement de la gamme des espèces exploitées, certaines constituant toujours une contribution majeure de l'alimentation. Elle se développe au Proche-Orient dès 20.000 BP. Cette diversification des ressources exploitées, la présence de traits dits "pré-adaptatifs" tels que les techniques de broyage ont permis, dans des conditions de pression démographique, le développement de l'agriculture. Flannery plaide tout comme Binford (1968) pour une première apparition dans des environnements pauvres en ressources.

Facteurs économiques et sociaux apparaissent intrinsèquement liés. Les différents modèles proposés mettent parfois en avant l'un ou l'autre mais considèrent généralement leur interaction. Cette démarche est d'autant plus incontournable que le passage d'une économie de prédation à une économie de production s'accompagne du développement de nouveaux modes d'implantation des sociétés dont la tendance générale peut être caractérisée comme une sédentarisation. L'adoption d'un mode de vie sédentaire est communément associée à un ensemble de modifications socio-économiques. Les concepts de pression démographique et d'organisations sociales complexes ont plus particulièrement été mis en relation avec la sédentarisation des sociétés. Les modèles proposés pour expliquer ce développement et en déterminer les conséquences socio-économiques sont intrinsèquement liés à ceux relatifs à l'apparition de l'agriculture.

## **1.2.2. Modification des systèmes d'implantation et des organisations sociales**

La sédentarité est considérée par beaucoup comme un pré-requis au développement de l'agriculture (Rafferty, 1985), elle est aussi perçue comme un élément moteur de la néolithisation.

### **1.2.2.1. Des origines**

Dans une perspective évolutionniste, deux problèmes sont posés quant à l'apparition et au développement des sociétés sédentaires :

- celui de ses origines et de son mode de développement (graduel ou résultant d'un changement radical des modes d'implantation) ;
- celui des conséquences socio-économiques de l'adoption d'un mode de vie sédentaire.



Price et Brown (1985) distinguent deux tendances dans les théories portant sur l'origine de la sédentarisation :

- les hypothèses posant une abondance en ressources comme une condition nécessaire et suffisante au développement de la sédentarité ;
- celles qui considèrent que les chasseurs-cueilleurs ont adopté un mode de vie sédentaire en réponse à une crise de subsistance.

Rosenberg (1998) qualifie ces modèles "d'adaptatifs", la sédentarité étant perçue comme une réponse à un changement de situation. Selon Rafferty (1985, p.118), derrière les premières séries d'hypothèses se cache souvent le présupposé d'une tendance naturelle à s'établir de façon sédentaire dès que cela est possible. Par ailleurs, le facteur crucial ne serait pas l'abondance des ressources mais leur disponibilité au long de l'année. Certains chercheurs posent la primauté des facteurs sociologiques : pression démographique, organisation sociale devenant plus complexe. On retrouve en définitive les mêmes schémas de raisonnement que ceux mis en œuvre pour expliquer l'origine de l'agriculture.

Selon les auteurs, ce passage est conçu comme graduel ou comme une "révolution" (Kelly, 1992). Dans ce dernier cas, améliorations ou péjorations climatiques servent généralement à expliquer l'adoption d'un mode de vie en rupture avec les adaptations précédentes. Les conceptions graduelles envisagent la sédentarité comme un point dans un continuum de système d'implantation plus ou moins sédentaires (e.g Rosenberg, 1998). Cette idée est contredite par les recherches ethnologiques effectuées par Ames (1991) qui documentent chez certains peuples des phases de retour à un mode de vie mobile. Selon l'auteur, les origines de la sédentarité doivent être conçues sur le long terme, plutôt que de rechercher le moment de son apparition, il faut déterminer comment et pourquoi ce mode de vie se généralise et perdure.

#### 1.2.2.2. Des conséquences

L'adoption d'un mode de vie sédentaire est généralement considérée comme entraînant une augmentation démographique, le développement d'organisations sociales complexes, hiérarchisées voir l'apparition des inégalités (e.g. Testart, 1982 ; Binford, 1980 ; Kelly, 1991).

Une des raisons fréquemment évoquée pour soutenir la thèse d'une augmentation démographique est le fait que la mobilité restreint le nombre d'enfants pouvant être pris en charge par femme.

Le concept d'organisation sociale complexe repose sur des théories développées dans les années 80 dans le domaine de l'ethno-archéologie et différenciant deux types de population de chasseurs-cueilleurs, "simple" et "complexe". La complexité est généralement définie comme socio-économique et comprend notamment : une forte territorialité, des sociétés non égalitaires, un réseau d'échange étendu, l'utilisation de monnaie primitive (e.g Price et Brown, 1985 ; Keeley, 1988). Les organisations complexes correspondent aux chasseurs-cueilleurs pratiquant le stockage (Testart, 1982 ; Binford, 1980 ; Renouf, 1991). Celui-ci permet le développement de la sédentarité générant l'apparition d'inégalités entre les membres du groupe (car la sédentarité favoriserait la possession de biens personnels) et la mise en place de sociétés hiérarchisées. Par ailleurs, les conflits sociaux dans les groupes mobiles sont

régulés par les mouvements d'agrégation et de dispersion des individus (Lee, 1972). La sédentarité nécessiterait le développement de nouveaux moyens de régulation par hiérarchisation (Renouf, 1991).

### 1.2.3. Discussion

A la suite de Bar-Yosef, O. (1998b) deux principaux courants théoriques peuvent être distingués :

- ceux qui conçoivent la néolithisation comme une révolution, un changement radical et rapide et cherchent à expliquer ce moment d'apparition. Les causes évoquées sont soit économiques, environnementales, soit démographiques ou sociales. Les modèles sont généralement complexes et intègrent ces différents facteurs. Comme le souligne Cauvin, J. (1994, p.14), cette "mutation" concerne tous les secteurs de la vie humaine, habitat, techniques, démographie, structures sociales et occupation de l'espace, expression artistique et religion, *"Ces nombreux paramètres de ce qui fût une métamorphose totale y sont étroitement mêlés, au point qu'il est difficile d'en ordonner les importances respectives, d'y distinguer les effets et les causes et de rendre leur enchaînement intelligible."*
- un second courant dit "gradualiste" considère la néolithisation comme le résultat d'un processus long, d'une maturation sociale et technologique des sociétés. Ces approches se heurtent néanmoins à la question du moment et du lieu de développement, si une révolution des mentalités est avancée par J. Cauvin (1994), le développement de l'agriculture est aussi envisagé comme une réponse aux variations des conditions environnementales : *"Aux variations climatiques, les réponses possibles par de nouvelles stratégies de subsistance, c'est-à-dire d'adaptation, étaient multiples : émigration, nouvelles gestions démographiques, changements alimentaires etc. Or c'est l'agriculture qui a clairement réussi parmi les autres. Cette réponse peut être considérée comme un choix culturel en relation avec le degré d'élaboration atteint dans ce domaine par les communautés du Levant."* (Cauvin, J. et al.1997, p.66).

Il apparaît difficile de rejeter l'approche gradualiste, l'évolution constatée ne peut se concevoir, à notre avis, que dans le contexte de l'histoire des relations homme/milieu, de l'évolution des techniques, des mentalités, des sociétés. Cependant, ce rapide bilan souligne la difficulté à s'affranchir d'un "déterminisme" environnemental, écologique ou encore démographique permettant de justifier le lieu et le moment d'apparition des sociétés néolithiques.

Que peut nous apprendre le Natoufien concernant les modalités et les causes de l'évolution des organisations sociales et économiques des sociétés humaines au Proche-Orient ?

Nous ferons le point dans les parties suivantes sur les méthodologies développées et les interprétations proposées autour de deux thèmes de recherche : stratégie d'exploitation des ressources et mode d'occupation de l'espace au Natoufien.

## **2. Les données du Natoufien : modes de subsistance et d'implantation**

### **2.1. Mode de subsistance, la question de l'alimentation au Natoufien**

L'étude des stratégies de subsistance au Natoufien a été particulièrement marquée par la théorie de la "*broad spectrum revolution*" proposée par Flannery (1969, présentée p.30). Les débats ont porté sur deux points :

- Observait-on au Natoufien une modification significative des stratégies de subsistance par rapport aux périodes précédentes ?
- Comment caractériser l'économie natoufienne, pouvait-elle être considérée comme spécialisée ou diversifiée ?

Ces problématiques ont plus spécifiquement été envisagées sous l'angle des données de la faune.

En ce qui concerne les végétaux, les recherches ont porté essentiellement sur les moyens d'attester d'une intensification de leur collecte, sur la caractérisation des modalités de leur exploitation, sur l'hypothèse d'un début de l'agriculture au Natoufien.

#### **2.1.1. Ressources animales : la théorie d'une économie à large spectre à l'épreuve des données de la faune**

##### **2.1.1.1. Une économie à large spectre ?**

Dans la zone Carmel-Galilée, les assemblages natoufiens peuvent être caractérisés par l'importance des gazelles qui constituent la majorité des restes de grands mammifères ainsi que des petites proies telles que les tortues, lagomorphes, oiseaux, mollusques terrestres, reptiles, poissons. L'exploitation effective de certaines de ces espèces comme ressource alimentaire est toutefois sujette à débat (Neeley et Clark, 1993 ; Bar-Oz *et al.*, 1999).

Différentes études diachroniques des assemblages levantins ont été effectuées afin de tester l'hypothèse de Flannery (1969), leurs conclusions apparaissent contradictoires :

- Henry (1989, p.14-20) oppose deux critiques majeures à cette théorie : - tout d'abord la part des petites proies connaît une augmentation marquée à partir du Natoufien et non avant ; - ensuite le concept d'économie à large spectre décrit mal l'économie natoufienne qui montre une spécialisation sur la chasse aux gazelles et l'exploitation des céréales et des noix.
- Les travaux de Neeley et Clark (1993) tendent à confirmer la théorie de Flannery et réfutent les conclusions d'Edwards (1989b) selon lesquelles les petites proies constituent une part importante de l'alimentation dès le Moustérien.

- Selon Bar-Oz *et al.* (1999), aucune variation majeure de la composition des ensembles fauniques n'apparaît lorsque l'on compare différents sites kébariens, kébariens à géométriques et natoufiens. L'hypothèse d'une modification des stratégies d'exploitation des ressources animales précédant immédiatement les débuts du néolithique favorisée par Henry (*op. cit.*) doit être rejetée.
- Bar-El et Tchernov (2000) suite à une étude comparative des lagomorphes de différents assemblages datés du Moustérien au Néolithique pré-céramique concluent que l'on assiste bien à un élargissement du spectre des ressources exploitées à partir du Natoufien. Cette modification des stratégies d'exploitation des ressources fauniques serait liée au développement d'un mode de vie sédentaire.
- Les études effectuées par Stiner et collaborateurs démontrent cependant l'importance du petit gibier, en particulier des tortues, dès le Moustérien (Stiner et Tchernov, 1998 ; Stiner *et al.* 2000). Une surexploitation du petit gibier lent, liée à des périodes de pression démographique, aurait imposé une réorientation vers l'exploitation des proies rapides, oiseaux et lagomorphes, au Natoufien (Munro, 1999 ; Stiner *et al.* 1999 et 2000). Une modification significative des stratégies d'exploitation des ressources animales est donc attestée au Natoufien, elle résulterait d'une occupation plus intensive des sites (durée d'occupation et augmentation démographique).

Enfin, l'étude comparée des assemblages fauniques de sites datés du Natoufien ancien et récent localisés dans le Négev et le sud de la Jordanie apportent un nouvel éclairage dans ce débat. En effet, selon Hortwitz et Goring-Morris (2000), il est probable que, dans ces régions, les stratégies de subsistance soient essentiellement fondées sur l'exploitation de mammifères de taille moyenne (gazelle et chèvre sauvage) ; les petites proies constituant une contribution très réduite au régime alimentaire. Ces différences constatées avec les sites de la zone méditerranéenne pourraient traduire des modes d'implantation variables : occupation sédentaire dans cette dernière, semi-sédentaire ou saisonnière pour les milieux plus arides.

### 2.1.1.2. Reconstitution des stratégies de chasse

La reconstitution des stratégies de chasse a aussi été orientée afin de proposer ou de tester différentes hypothèses relatives au processus de néolithisation.

Campana et Crabtree (1990) considèrent que la structure des ensembles fauniques reflète l'utilisation de filets. Ce type de chasse collective témoignerait du développement d'organisations sociales complexes au Natoufien. L'analyse critique de ce travail amène Edwards (1991a) et Rowley-Conwy (1991) à rejeter les conclusions proposées. Plus récemment, Bar-El et Tchernov (2000) reprennent l'hypothèse d'une utilisation de filet et de piège pour la capture des lagomorphes devenant plus abondant dans les assemblages à partir du Natoufien.

Cope (1991) constate une surreprésentation des individus mâles dans la population de gazelles des sites de Hatoula et d'Hayonim. L'auteur y voit une gestion des troupeaux considérée comme relevant de pratiques proto-domestiques, interprétation reprise par Tchernov (1991a, 1995). Selon Dayan et Simberloff (1995), l'analyse statistique des données de Cope (*op. cit.*) ne confirme pas les tendances proposées par l'auteur.

### 2.1.1.3. Conclusion

Les conclusions de ces différentes études apparaissent donc contradictoires. Ces contradictions renvoient essentiellement à des problèmes méthodologiques portant sur les moyens de reconstituer des stratégies de chasse, de mesurer la diversité de la diète, d'évaluer la contribution des différentes proies dans l'alimentation et le statut de certains animaux en tant que faune chassée. Elles soulignent aussi la nécessité d'une approche taphonomique des ensembles archéologiques, essentielle pour pouvoir interpréter la représentation relative des différentes espèces au sein des assemblages et déterminer leur modalité d'acquisition et d'introduction sur le site. Comme le constatent Bar-Oz *et al.* (1999), ces approches restent aujourd'hui peu développées pour les assemblages natoufiens ce qui empêche la constitution de grandes synthèses permettant de tester les différentes théories relatives au processus de néolithisation.

## 2.1.2. Alimentation végétale : preuves directes et indirectes, caractérisation des modes d'exploitation

L'hypothèse d'une exploitation intensive des végétaux au Natoufien est avancée par une grande majorité de chercheurs. Toutefois, malgré l'utilisation de plus en plus répandue des techniques de tamisage et de flottation, peu de macro-restes végétaux, preuves directes de cette intensification, ont été retrouvés. Les milieux sédimentaires apparaissent peu favorables à leur conservation. Pour des périodes précédant le Natoufien, le site de Ohalo II, daté de 19.000 BP, localisé sur les berges du lac de Tibériade, est un des rares à livrer des restes végétaux en grand nombre. Ils couvrent cent espèces différentes, notamment de l'orge et du blé sauvage ainsi que des glands (Kislev *et al.*, 1992).

### 2.1.2.1. Preuves directes

#### *Les macro-restes végétaux natoufiens*

Nous reprenons et complétons ici le bilan des restes retrouvés pour la fin de l'Épipaléolithique effectué par Zohary & Hopf (1988) et Miller (1991) :

- **Abu Hureyra** : le site a livré un ensemble assez important de restes divers comprenant des graines carbonisées de graminées, de légumineuses<sup>7</sup>, de chénopodiacées<sup>8</sup>, de laïche<sup>9</sup> (ou

---

<sup>7</sup> légumineuses : plantes dont le fruit est une gousse, la famille des légumineuses comprend les luzernes (*Medicago*), les trèfles (*Trifolium*) et les trigonelles (*Trigonella*), à petites graines et les lentilles (*Lens*), pois (*Pisum*), ers (*Vicia ervilia*), fèves (*Vicia faba*), vesces (*Vicia*) et gesses (*Lathyrus*) à graines plus grosses (Aurenche et Kozłowski, 1999).

<sup>8</sup> chénopodiacées : famille de plantes dont certaines sont comestibles à l'état sauvage (chénopode blanc) et sont à l'origine des plantes cultivées telles que les bettes, betteraves, épinard et oseille. Leur présence dans la flore dénote au Proche-Orient un climat plutôt aride et un environnement steppique (Aurenche et Kozłowski, 1999).

<sup>9</sup> selon le petit Larousse : laïche ou carex, plante vivace de la famille des cypéracées, très commune dans les zones humides, formant des touffes de longues feuilles de section triangulaire, aux bords coupants.

carex, famille des cypéracées), de renouées<sup>10</sup> (*polygonum*). L'interprétation de ces restes a donné lieu à un débat. Miller (1996) propose un apport sur le site dans les fèces de mammifères (gazelles) utilisés comme combustibles. Hillman *et al.* (1997) considèrent que ces graines représentent une collecte intentionnelle de l'homme. Les dernières études effectuées (Moore *et al.* 2000) identifient quarante graines domestiques, dont trois sont datées de la phase II d'occupation du site (11.000 – 10.400 BP) : il s'agit de seigle (*Secale cereale cereale*). Moore *et al.* (*op. cit*) envisagent une domestication du seigle pleinement développée lors de la phase II, suivie d'une culture des légumineuses à la phase III. Ces dernières apparaissent sureprésentées dans l'assemblage eu égard aux reconstitutions paléo-environnementales proposées. L'hypothèse d'une importation de semences est favorisée tandis que pour le seigle, les données ne permettent pas de trancher entre domestication *in situ* ou apport extérieur.

- **Mureybet** : le niveau IA, Natoufien final (10 400 – 10 200 BP), a livré quelques graines d'engrain et d'orge sauvage. Les renouées sont par ailleurs très bien représentées ce qui est en contradiction avec les données des études palynologiques (Cauvin, J. *et al.*, 1997). Les niveaux PPNA et PNNB livrent des restes abondants d'engrain, d'orge et de seigle mais aucune forme domestique de ces céréales n'est identifiée. La pratique d'une agriculture prédomestique est envisagée à ces périodes, mise en évidence par la méthode des adventistes<sup>11</sup> (Cauvin, J. *et al.*, *op. cit*) ;

- **Nahal Oren** : seuls quelques restes ont été retrouvés, l'ensemble est composé essentiellement de légumineuses (vesces) et de blé sauvage. Des graines de blé domestique ont aussi été mises au jour mais les datations effectuées indiquent qu'il s'agit d'une pollution ;

- **Grotte d'Hayonim** : l'assemblage comprend une forte proportion de graines de lupin<sup>12</sup> et de légumineuses de type pois (*pisum* sp.) ainsi que quelques fragments de coquille d'amande (Hopf et Bar-Yosef, O. 1987) ;

- **Hayonim Terrasse** : les restes sont peu abondants et comprennent essentiellement de l'orge sauvage ainsi que quelques fragments de petites légumineuses (Buxó i Capdevila, 1992) ;

- **Wadi Hammeh** : le site a livré vingt sept restes de graminées comprenant de l'orge sauvage mais essentiellement des légumineuses dont des lentilles (Miller, 1996) ;

- **Mallaha** : Buxó i Capdevila (1992) mentionne l'étude de Van Zeist pour les fouilles anciennes mettant en évidence des restes d'amandes et de pistaches.

### *Des problèmes d'interprétation*

Ces restes posent différents problèmes d'interprétation liés en premier lieu à des biais dans la représentation des différentes espèces induits par des phénomènes de conservation

---

<sup>10</sup> renouée : selon le petit Larousse, plante herbacée dont une espèce cultivée est le sarrasin ou blé noir et dont une espèce sauvage est utilisée comme astringent.

<sup>11</sup> c'est-à-dire la reconnaissance de plantes ne se développant que dans des terrains ayant fait l'objet de préparations préalables aux semailles (définition donnée par Aurenche et Koslowski, 1999).

<sup>12</sup> Lupin : plante herbacée ou arbrisseau donnant des gousses contenant des graines (Bayer *et al.*, 1990 ; Petit Larousse)

différentielle, par d'éventuelles pollutions. De plus, il est difficile de démontrer qu'ils témoignent d'une collecte intentionnelle (Colledge, 1991 ; Miller, 1992). Une reconstitution précise des modes d'exploitation des végétaux, la mise en évidence de pratiques agricoles proto-domestiques restent problématiques.

Selon Miller (1991, p.135), le travail de Helbaek a permis d'établir, dans les années 60, que les changements morphologiques liés à la domestication ne seraient décelables sur les graines qu'après une certaine période suivant leur mise en culture. Les macro-restes végétaux ne peuvent ainsi être considérés comme des marqueurs des toutes premières pratiques agricoles. D'après les études de Hillman et Davis (1990, 1992), la domestication résulterait de certains modes de récolte (par faucille ou arrachement des racines sur des plantes matures ou presque) et d'une mise en culture (semailles, travail de la terre). D'autres pratiques, attestées chez différents groupes de chasseurs-cueilleurs, n'entraînent pas de domestication des plantes<sup>13</sup>. Hillman et Davis (1990) tendent à démontrer l'avantage des techniques induisant une domestication, concluant ainsi à leur probable préférence. Le cas échéant, les temps de domestication peuvent être considérés comme relativement courts compris entre 5 et 20 à 30 ans. Willcox (1992) discute quant à lui des avantages de certaines pratiques (en particulier la récolte avant maturité) permettant de pallier les problèmes inhérents à la récolte de céréales sauvages (pertes de graines) et entraînant une domestication lente des plantes. Les expérimentations effectuées par l'auteur démontrent que les modes de reproduction des céréales induisent une faible pression sélective. Ainsi, l'auteur considère qu'un laps de temps assez long est nécessaire avant que l'agriculture n'aboutisse à la domestication morphologique. La mise en évidence au sein des assemblages d'espèces adventistes, c'est-à-dire de mauvaises herbes accompagnant les cultures (telles que l'avoine, la centaurée, le gaillet, la fumeterre, les gesses, le grémil, l'ivraie, les coquelicots, les silènes et les vesces), permet en revanche d'attester d'un travail de la terre et ainsi du développement de pratiques agricoles (Willcox, 2000a).

Les problèmes posés par l'analyse des assemblages de macro-restes végétaux portent donc sur la détermination des modalités de leur introduction sur le site, des modes de récolte, l'interprétation de la représentation des différentes espèces, enfin la mise en évidence de pratiques proto-agricoles. Ils soulignent l'importance des "preuves indirectes" pour la reconstitution des comportements d'exploitation des végétaux.

### 2.1.2.2. Preuves indirectes

#### *L'étude des restes humains : caries dentaires et biochimie*

Un changement de régime alimentaire montrant une plus grande consommation des végétaux au Natoufien a été proposé sur la base de l'étude des maladies dentaires (Smith, 1991) et

---

<sup>13</sup> ces pratiques peuvent être définies comme des techniques visant à améliorer le rendement des ressources végétales. Celles-ci sont par exemple utilisées chez certains peuples aborigènes australiens (brûli et peut être irrigation : Beaton, 1982 ; Kimber, 1983 ; Jones et Meehan, 1989 ; Hallam, 1989). Selon Keeley (1992) de telles pratiques n'apparaissent bien développées que chez les peuples indiens Piute de Californie (vallée de Owen) pratiquant l'irrigation, la récolte et peut être le travail de la terre et l'ensemencement (Steward, 1934 ; Lawton *et al.*, 1976 ; Doebley, 1984).

d'analyses isotopiques (carbone et azote) d'ossements humains (Sillen et Lee-Thorp, 1991). Les résultats de ces études sont néanmoins contradictoires puisque Smith (*op.cit*) conclut à une importance croissante des céréales dans la diète au cours de la séquence natoufienne, tandis que Sillen et Lee-Thorp (*op.cit*) propose une baisse significative de leur consommation à la fin de cette période.

Le développement récent des études biochimiques (e.g Bocherens *et al.*, 2000 ; Régert, 2000) encourage à tenter de nouvelles applications qui permettraient de compléter les résultats déjà obtenus. De même, l'établissement de référentiels expérimentaux portant sur l'usure dentaire induite par la consommation de farines comportant des particules de roche pourrait préciser les interprétations proposées.

### *La culture matérielle : éléments de faucille et matériel de broyage*

Éléments de faucille et matériel de broyage sont généralement considérés comme constituant la technologie de base nécessaire à l'exploitation des ressources végétales. Ces outils apparaissent dès le Paléolithique supérieur mais seraient beaucoup plus nombreux dans les ensembles natoufiens (Bar-Yosef, O. 1981 ; Anderson, 1991 ; Wright, 1992 a et b, 1994). Ce développement est interprété comme témoignant d'une intensification de l'utilisation des végétaux. Notons tout d'abord que cet outillage ne documente que certaines techniques d'exploitation : récolte à la faucille, broyage ou concassage avant consommation.

- **Le matériel de broyage, une hypothèse fonctionnelle qui reste à démontrer** : les études de Wright (1992a et b, 1994), que nous présenterons dans le chapitre suivant, attestent d'une augmentation significative des outils de broyage au Natoufien. Cependant, l'hypothèse d'une utilisation pour la transformation des végétaux reste à démontrer. La diversité des formes d'outils représentées dans les assemblages reste inexpliquée. Elle plaide à priori pour des modes d'utilisation variés. Ainsi, le développement de cet outillage au Natoufien pose différentes questions auxquelles il semble essentiel de répondre avant d'intégrer ce matériel dans des reconstitutions des modes d'exploitation des ressources végétales.
- **Les éléments de faucille et l'apport des études tracéologiques** : Anderson (1991) constate que l'utilisation d'outils en silex pour le travail des végétaux augmente au Natoufien et témoigne notamment de la récolte de céréales sauvages. Néanmoins, pour les sites de la Terrasse d'Hayonim, d'Abu Hureyra et de Mureybet, seul un petit nombre d'objets paraît avoir été utilisé à cet effet. Ceci rejoint les conclusions de l'étude tracéologique de Plisson portant sur 258 pièces retouchées ou non retouchées de la terrasse d'Hayonim (*in Valla et al.*, 1991) : les usures relatives à la coupe de plantes non ligneuses tendres apparaissent très rares. Le travail des matières végétales concerne essentiellement la mise en forme de bois et de non-ligneux durs tels que les roseaux. Plus généralement, Plisson (*op. cit*) ne constate pas de différence fondamentale par rapport aux ensembles archéologiques interprétés comme participant à des adaptations de type chasseurs-cueilleurs. Les possibilités de déterminer les modes de récolte pratiqués à partir de l'étude des traces d'usage font l'objet de débat. Anderson (1991, 1992 ; Anderson-Gerfaud *et al.*, 1991 ; Anderson et



Valla, 1996) infirme l'hypothèse de Unger-Hamilton (1991) selon laquelle certaines usures reconnues sur les lames-faucilles pourraient témoigner d'une récolte sur sol travaillé au Natoufien. Ses expérimentations indiquent en revanche la possibilité de différencier le stade de maturité auquel est effectuée la collecte et si la coupe a été faite à proximité du sol (récolte de la tige). Une récolte avant maturité, est attestée par l'étude des traces d'usure des pièces lustrées d'Abu Hureyra et de Mureybet (Anderson-Gerfaud *et al.*, 1991). Par ailleurs, Anderson (2000) constate que, quelle que soit le mode de récolte utilisé, au moins la moitié des graines de la plante sera dispersée. Les grains tombés se sèment spontanément et donnent naissance à un nouveau champ. Il est ainsi plus probable d'envisager pour le Natoufien une gestion des champs sauvages que le développement de pratiques agricoles. Celui-ci serait associé à l'apparition de technologies nouvelles permettant le traitement des récoltes et venant compléter celle des outils de coupe (Anderson, 2000).

### 2.1.2.3. Modes d'exploitation proposés

#### *Quels végétaux ont été exploités au Natoufien ?*

Colledge (1991) constate qu'il y a une tendance à surestimer la contribution des graines, en particulier des céréales, dans le régime alimentaire, ceci étant probablement lié aux problèmes de conservation différentielle. L'importance donnée à ces végétaux provient aussi du fait qu'elles font partie des premières espèces cultivées et constitueront plus tard un aliment de base des populations. Les modèles envisageant une spécialisation de la diète sur les céréales sont effectivement nombreux (*e.g.* Henry, 1989 ; Miller, 1992). L'exploitation des ressources végétales est considérée par d'autres comme étant diversifiée, reflétant les disponibilités offertes par l'environnement (*e.g.* Cauvin, J. 1992, 1994 ; Hillman, 1996 ; Hillman *et al.*, 1989 ; Moore *et al.*, 2000 ; Willcox, 2000a).

Un autre débat a porté sur l'importance des noix par rapport aux graines dans le régime alimentaire des natoufiens. L'hypothèse d'une exploitation préférentielle des noix ou des glands repose en partie sur l'importance des outils de type mortier et pilon au sein des assemblages de matériel de broyage qui ont été associés au traitement de ces ressources (*e.g.* Olszewski, 1986 ; Goring-Morris, 1987). Une spécialisation sur l'exploitation des glands est proposée en particulier par McCorriston (1994) par référence aux peuples indiens de Californie vivant dans un contexte environnemental proche de celui des natoufiens (Naveh, 1967).

#### *Quelles techniques d'exploitation ?*

La détermination des modes d'exploitation des ressources végétales pose deux problèmes principaux : celui du moment de leur apparition et celui de leur nature. Les réponses à ces questions résident en partie dans l'évaluation du temps nécessaire au développement de formes domestiques des plantes après leur mise en culture. Nous avons pu constater que, selon les chercheurs, des processus longs ou courts sont envisagés pour les céréales. La validité de ces hypothèses peut être précisée par la détermination des modes de récolte et de

gestion des ressources. Pour ces deux aspects, l'étude des preuves indirectes de l'exploitation des végétaux apparaît de première importance. Au Proche-Orient, celles-ci sont pour le moment de deux ordres : l'analyse tracéologique des outils de récolte précédemment évoquée et la méthode des adventistes (Willcox, 1992 et 2000b ; Cauvin, J. *et al.*, 1997 ; Moore *et al.*, 2000). Les possibilités de déterminer les modes de récolte à partir de l'analyse des traces d'usage présentes sur les outils apparaissent controversées. L'utilisation de la "méthode des adventistes" reste peu répandue.

Ainsi, selon les études, le développement d'une agriculture pré-domestique est envisagé avant le Natoufien (*e.g* Moore *et al.*, 2000), au Natoufien (*e.g* Unger-Hamilton, 1991 ; Bar-Yosef, O. 1996), au PPNA (*e.g* Cauvin, J. 1992, 1994 ; Cauvin, J. *et al.*, 1997 ; Willcox, 2000a et b), ou après (*e.g* Kislev, 1989, 1997 ; Aurenche et Kozlowski, 1999 ; Aurenche *et al.*, 2001). Par ailleurs, céréales (orge, blé ou seigle) et légumineuses ont été tour à tour proposées comme représentant les premières plantes mises en cultures (*e.g*. Kislev et Bar-Yosef, O. 1988 ; Bar-Yosef, O. et Kislev, 1989 ; Kislev, 1992 ; Moore *et al.*, 2000).

Différents scénarii concernant l'évolution des modes d'exploitation des ressources végétales ont été proposés, nous en donnons quelques exemples :

- Moore *et al* (2000) sur la base des données d'Abu Hureyra proposent de placer les débuts de l'agriculture à des périodes antérieures au Natoufien : la fin de l'Epipaléolithique connaîtrait un développement de ces pratiques et les plantes cultivées commenceraient alors à représenter une composante importante de l'alimentation.
- selon Bar-Yosef, O. (*eg*. 1996) et Belfer-Cohen (Belfer-Cohen et Bar-Yosef, O. 2000) : la détérioration climatique du Dryas Récent aurait entraîné une baisse significative de la disponibilité des ressources végétales imposant, à la fin du Natoufien, une redistribution des sites et peut être le développement des premières pratiques agricoles ;
- Willcox (2000b) considère que l'impact de la détérioration climatique du Dryas récent a été surestimé. Il n'y a pas de correspondance entre fluctuations climatiques et les débuts de l'agriculture qui se situent à l'Holocène, dans une phase de stabilisation. Les premières pratiques agricoles peuvent être mises en évidence selon la méthode des adventistes qui indique leur développement au PPNA. Les mécanismes ayant conduit à la domestication des plantes sont les suivants " *Si au bout d'un certain temps la cueillette commençait à épuiser les réserves naturelles, on peut imaginer un stade qui consistait à gérer les ressources de céréales sauvages dans leur habitat naturel afin d'éviter une surexploitation. Plus tard l'exploitation a pu évoluer vers une agriculture ponctuelle à petite échelle tandis que parallèlement on continuait à pratiquer la cueillette. Ce scénario est envisageable pour le Natoufien grâce aux indices d'une domestication ponctuelle à Abu Hureyra.*" (Willcox, 2000, p.135). Le travail de la terre est considéré comme ayant été minime durant ces stades. L'auteur envisage par la suite un remplacement progressif de la cueillette par la culture. Lorsque les plantes domestiques sont largement attestés (au PPNB), une agriculture à grande échelle est déjà mise en place, une économie de production est alors en voie de développement.

- selon Anderson (2000), le développement de l'agriculture correspond à la mise en place d'un mode de vie rythmé sur les cycles agraires. Ce développement peut être retracé par le perfectionnement de l'outillage associé au traitement des plantes domestiques, comprenant notamment le *tribulum*. Des transformations techniques significatives ne sont en définitive attestées qu'une fois que l'agriculture des céréales morphologiquement modernes est en cours. Pour les périodes précédentes, une gestion des champs sauvages paraît mieux correspondre à l'exploitation par des populations probablement sédentaires de ressources disponibles à proximité des zones d'implantation. Selon l'auteur, une domestication morphologique des céréales impose un déplacement des graines loin de leur aire d'habitat.

### 2.1.3. Discussion

Les conclusions des différentes études archéozoologiques effectuées afin de tester l'hypothèse de *la Broad Spectrum Revolution*, sont contradictoires. L'exploitation d'un large spectre de ressources animales dès le Moustérien est attestée par différentes recherches. Cependant, selon les auteurs, il y aurait une importance croissante de la contribution des petites proies dans l'alimentation à partir du Paléolithique supérieur ou au Natoufien. D'autres concluent à une augmentation de l'importance des proies rapides au Natoufien. La reconstitution des stratégies de chasse a abouti à différentes hypothèses dont la validité est discutée : chasse collective au filet, gestion des troupeaux.

Les preuves directes ou indirectes d'une intensification de l'exploitation des végétaux au Natoufien nous semblent fragiles :

- les macro-restes végétaux sont généralement mal conservés ; les éléments de faucille restent peu abondants bien qu'ils soient mieux représentés qu'aux périodes précédentes ;
- le matériel de broyage se développe mais aucune étude n'a encore démontré le lien entre cet outillage et la transformation des végétaux.

Si l'on admet cette hypothèse, la question des types de végétaux exploités reste posée. Les principaux débats portent en effet sur la diversité des espèces récoltées, une possible spécialisation sur l'exploitation des céréales ou des noix ainsi que sur le développement ou l'intensification de pratiques agricoles proto-domestiques au Natoufien.

Ce bilan illustre les difficultés à intégrer les données du Natoufien dans un modèle de transformation des modes de subsistance menant à la néolithisation. Il nous semble en définitive que l'ensemble des comportements de subsistance au Natoufien s'inscrit dans des traditions plus anciennes telles que le documentent l'exploitation d'un large spectre de ressources animales dès le Moustérien, la présence d'éléments de faucille ou d'outils de broyage au Paléolithique supérieur. En l'état actuel des recherches, les données n'illustrent pas de modifications profondes mais peut être une intensification de l'exploitation des ressources que l'on pourrait percevoir dans une surexploitation des petites proies, le développement de l'outillage destiné à l'acquisition ou au traitement des végétaux (si l'on considère de matériel de broyage comme tel). L'hypothèse d'une plus forte pression démographique sur les territoires d'approvisionnement testée en particulier par Stiner et

collaborateurs nous semble la plus recevable. Elle pourrait aussi résulter d'une modification des modes d'occupation de l'espace.

## **2.2. Mode d'occupation de l'espace au Natoufien**

Au Natoufien, un ensemble de données telles que le développement de constructions durables (en matériaux non périssables), du mobilier lourd (matériel de broyage), l'augmentation des sépultures sur les lieux d'habitat indiquent un changement dans le mode d'implantation des sociétés, dans la perception du lieu d'habitat voire du territoire. La question du développement d'un mode de vie sédentaire a en particulier retenu l'attention. Ce débat est pour partie sémantique et touche à la signification du terme de sédentarité.

La plupart des chercheurs travaillant sur le Natoufien reprennent la définition proposée par Higgs et Vita-Finzy (1972) faisant référence à une occupation permanente d'un site au cours de l'année. Cette définition est précisée par Edwards (1989a, p.9) qui propose de considérer la sédentarité comme "*a system in which the greater part of the population of a community resides perennially at one settlement*". Rafferty (1985), tout comme Edwards (*op. cit*), adopte une acceptation large du terme incluant, par exemple, le cas de la transhumance. Deux systèmes d'implantation territoriale chez les sédentaires sont distingués par l'auteur : les implantations dispersées et nucléaires. Ces deux systèmes peuvent comprendre une articulation de sites occupés en permanence et d'autres de façon plus éphémère. Ames (1991, p.109), pour sa part, différencie sédentaire et semi-sédentaire de la façon suivante : "*Semisedentary systems differ from sedentary ones in that their fixed places are not occupied for all seasons of the year, even though their residential settlements may be as permanent in the landscape as those of agricultural industrialized societies*". Selon Watanabe (1968), une simple typologie de trois termes (nomade, semi-sédentaire, sédentaire) n'est pas suffisante pour décrire la grande variété des comportements observés. Les études ethnologiques soulignent généralement les faiblesses d'une approche typologique pour décrire la diversité des modes d'implantation pratiqués par les populations de chasseurs-cueilleurs, d'horticulteurs et d'agriculteurs. Si l'on suit les remarques de Ames (*op. cit*) et de Rafferty (*op. cit*), il apparaît plus pertinent de s'attacher à la reconstitution d'un système d'implantation, d'un réseau de site.

Pour le Natoufien, les recherches ont été orientées vers la détermination des modes d'occupation des sites ainsi que vers la caractérisation des systèmes d'implantation des populations.

### **2.2.1. Des occupations permanentes ?**

Edwards (1989a) propose un bilan critique des différents critères utilisés pour tester l'hypothèse d'une occupation permanente de certains sites au Natoufien :

- des arguments "architecturaux" tels que la taille des sites, la "monumentalité" des structures, l'opposition entre forme ronde et rectangulaire des constructions, la pratique du stockage ou la présence de structures de rejet indiquant des préoccupations sanitaires sont souvent évoqués.

Selon Edwards (*op. cit*), différents exemples ethnologiques montrent que ces critères ne peuvent être retenus comme diagnostiques d'un mode d'implantation. A la suite d'Edwards, Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen (1989) considèrent que la présence de construction et de structure de stockage ne suffisent pas à attester de l'occupation permanente d'un site. Par ailleurs, Valla (1995a) souligne que la mise en évidence de structure de stockage doit reposer sur des démonstrations plus argumentées que celles généralement proposées ; leur existence au Natoufien reste à démontrer.

- l'assemblage est supposé être plus "complexe" dans le cas de sites occupés de façon permanente, étant donnée la diversité des activités pratiquées.

Une des objections majeures d'Edwards (*op. cit*) repose sur la signification des ensembles archéologiques, pouvant résulter de l'accumulation de différents épisodes d'occupation. Le problème du palimpseste "*this basic, unresolved sedimentological dilemma*" apparaît de façon récurrente dans les limites d'application des critères et méthodologies mis en œuvre.

- l'augmentation spectaculaire, à partir du Natoufien, du nombre de sépultures trouvées sur les sites pourrait résulter d'un simple changement dans l'emplacement choisi pour enterrer les morts (c'est-à-dire sur les lieux d'habitat).
- enfin, les études archéozoologiques, comprenant la détermination des saisons de capture des animaux, la mise en évidence de commensaux et l'évaluation de l'impact de l'occupation humaine sur le milieu, peuvent être considérées comme les seules à offrir des moyens directs d'estimer le temps d'utilisation d'un site.

Ces recherches ont en particulier été développées par Tchernov (1984, 1991a et b, 1995) qui favorise l'hypothèse d'une occupation permanente de certains sites. L'abondance des commensaux, plus particulièrement au sein de la microfaune (*Mus musculus*), apparaît comme un argument majeur, repris par de nombreux archéologues. Ses travaux ont cependant fait l'objet de différentes critiques par Tangri et Wyncoll (1989) :

- le lien entre présence de commensaux et sédentarité n'est pas considéré comme démontré ;
- le critère de la représentation relative des commensaux de type *Mus musculus* par rapport aux animaux sauvages (*Mus spicilegus*) de la même espèce reste subjectif et n'est pas quantifié ;
- l'un des échantillons prélevés dans la grotte d'Hayonim dans les niveaux récents formés lors de l'utilisation saisonnière de la grotte par des bergers révèle une proportion importante de commensaux.

La présence de chien au Natoufien apparaît cependant comme une autre donnée indiquant le développement des commensaux à cette période (Tchernov et Valla, 1997 ; Valla, 2000).

Les arguments "biologiques" en faveur d'une occupation permanente de certains sites avancés par Tchernov comprennent par ailleurs le développement d'une gestion des troupeaux de gazelles par la pratique d'une chasse préférentielle des individus mâles. Selon l'auteur (1991a), cette pratique résulte principalement d'une exploitation longue et continue d'une zone environnementale relativement restreinte.

En ce qui concerne les études de saisonnalité, nous évoquerons les travaux de Lieberman portant sur l'analyse du cément dentaire appliquée aux populations de gazelles (Lieberman,

1991, 1993a et b, 1998). Selon l'auteur, la comparaison d'assemblages datés du Moustérien au Natoufien met en évidence le développement d'occupations multi-saisonnnières sur le long terme à partir du Natoufien, correspondant peut-être à un mode de vie sédentaire. Edwards (1988) rappelle que l'estimation de la saison d'occupation d'un site doit reposer sur la prise en compte d'une large gamme de ressource. L'interprétation des données doit par ailleurs prendre en compte les biais éventuels induits par la pratique du stockage, le problème de la signification des assemblages pouvant représenter une accumulation de différents épisodes d'occupation.

Le bilan d'Edwards est donc plutôt négatif puisqu'aucun critère n'est considéré comme réellement pertinent. Des "réfections" de structures anciennes constatées à Wadi Hammeh 27, Jéricho et Mallaha sont finalement retenues par l'auteur comme pouvant indiquer un mode d'occupation sédentaire (1988, p.37).

Il est certain que la recherche de critères absolus permettant de déterminer le mode d'occupation d'un site se heurte au problème du palimpseste, de la compréhension des processus de formation des sites, de la signification des ensembles archéologiques.

Certains sites attestent de stratigraphies complexes laissant entrevoir une succession d'étapes d'utilisation, de réfection et d'entretien, de transformation de l'espace par des creusements de fosse ou de sépulture, l'aménagement de structure. La compréhension des modes d'occupation des sites repose en partie sur celle de cette stratigraphie fine ainsi que des relations des différents éléments structurant l'espace entre eux. Par ailleurs, les modes d'occupation pourront être précisés à travers la reconstitution d'un réseau de site déterminant l'implantation des populations au sein d'une zone géographique.

### **2.2.2. Modèles d'implantation envisagés**

La reconstitution des modes d'implantation des groupes préhistoriques nécessite la détermination de stratégie d'exploitation des ressources et d'une géographie sociale. La mise en évidence d'une géographie sociale est certainement la plus problématique. Elle est généralement fondée sur la définition de techno-complexes et la recherche, au sein de ces ensembles culturels, de variations d'attributs stylistiques ou techniques. Les différentes interprétations proposées concernant la distribution géographique de la technique du micro-burin au Natoufien (considérée comme relevant soit de contraintes fonctionnelles soit de choix culturels) illustrent les difficultés que pose l'interprétation de telles données. Les débats concernant la définition du Natoufien ont pu par ailleurs montrer les problèmes théoriques et méthodologiques rencontrés pour établir une géographie sociale précise. L'approche économique est la plus développée. Elle repose sur différentes données : reconstitutions paléo-environnementales, étude des ensembles fauniques, détermination des sources d'approvisionnement pour différents matériaux et des modes d'occupation des sites (durée et fonction).

### 2.2.2.1. Les variables utilisées

Les études d'implantation territoriale effectuées pour le Natoufien sont généralement fondées sur une classification des sites prenant en compte la composition des assemblages ainsi que différentes données permettant d'estimer l'intensité ou la durée des occupations. Les reconstitutions paléo-environnementales ainsi que les estimations de la distribution des ressources apparaissent dans la plupart de ces recherches comme des éléments déterminants. Comme le souligne Lieberman (1993b), ces données sont majoritairement envisagées selon le présupposé d'une utilisation optimale des ressources. Par ailleurs, la présence au Levant de zones environnementales très contrastées sert souvent d'ossature aux différents modèles proposés.

Les présentations les plus explicites des critères utilisés pour reconstituer les modes d'implantation au Natoufien ont été proposées notamment par Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen (1989) ou encore Byrd (1989b). Les données utilisées par Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen (1989) comprennent :

- une étude détaillée de la région et de la disponibilité saisonnière des ressources permettant de proposer des modèles d'adaptation au milieu ;
- la mise en évidence d'entités techno-typologiques ;
- la caractérisation des sites en fonction de leur contenu, de leur taille et de la densité des vestiges ;
- la mobilité des groupes ainsi que leur taille sont déduites à partir de la taille des sites, du degré d'homogénéité des dimensions et formes des microlithes ;
- la caractérisation des stratégies de subsistance à partir de l'étude des ensembles fauniques.

L'analyse effectuée par Byrd (1989b) est fondée d'une part sur la détermination de différents groupes de sites en fonction des assemblages lithiques, la prise en compte de données relatives à l'étendue des sites, l'épaisseur des dépôts, la diversité des assemblages, la présence de structure et de sépultures. Les variables choisies correspondent globalement à celles utilisées par Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen (1989).

### 2.2.2.2. Reconstitutions proposées

Lors du colloque sur le Natoufien tenu à Valbonne, Perlés et Philips (1991) répertorient différents modes d'implantations envisageables :

- 1) occupation permanente tout au long de l'année des camps de base par certains groupes et présence d'autres populations nomades ou semi-sédentaires utilisant les sites documentant des occupations plus éphémères ;
- 2) organisation logistique entraînant une occupation "semi-sédentaire" des camps de base et l'utilisation de sites périphériques ;
- 3) coexistence de groupes semi-sédentaires (second modèle) et de groupes nomades ;

4) le déplacement de groupes à partir de "l'aire centrale natoufienne" vers de plus petits établissements localisés dans des zones marginales devenant peu à peu indépendants.

Ces alternatives résument les différentes reconstitutions qui ont pu être proposées. Quelques exemples seront présentés ici :

- En 1989, Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen proposent le modèle suivant : au Natoufien en général, trois catégories de sites (petit, moyen et large) sont distinguées, les plus larges dépassant les 1000 m<sup>2</sup>. Pour le Natoufien ancien, les données fauniques, l'outillage, la présence de structures construites et de sépultures permettent de distinguer des camps de base et des camps saisonniers. Les camps de base auraient probablement été occupés une grande partie de l'année en fonction d'une mobilité annuelle planifiée. Leur emplacement semble choisi afin de pouvoir exploiter une large gamme de ressources. Au Natoufien récent, l'aire de répartition des sites devient plus large. Une structure d'implantation saisonnière des habitats (occupation des hauts plateaux en été et des plaines en hiver) répondant aux fluctuations climatiques, aux variations des niveaux de la mer et des disponibilités en eau, est proposée. Le Natoufien en général témoignerait du passage d'une mobilité résidentielle à une mobilité logistique (par ailleurs des sociétés sédentaires de chasseurs-cueilleurs spécialisés se seraient établies dans certaines zones au Natoufien Récent, Belfer-Cohen et O. Bar-Yosef, 2000). Selon Kaufman (1992), ce passage serait plutôt à situer au Kébarien à géométriques. Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen (1991) précisent que cette évolution est à replacer dans un contexte général d'adaptation devenant moins mobiles, tendance probablement initiée au Kébarien à géométriques en réponse à des fluctuations climatiques.
- Byrd (1989b) définit trois groupes de sites : les sites du groupe 1 sont localisés dans les zones côtières et forestières, ceux des groupes 2 et 3 dans les régions désertiques ou steppiques. Le groupe 1 comprend les occupations les plus intenses et permanentes, il présente les plus fortes proportions d'artefacts liés au travail des plantes (c'est-à-dire matériel de broyage). Les assemblages des sites du groupe 2 attestent de la diversité des activités pratiquées. Les sites du dernier groupe semblent plus spécialisés, les activités seraient orientées préférentiellement vers la chasse. Byrd propose deux systèmes d'implantation différents avec, pour les groupes 2 et 3, des changements de camps plus fréquents et des périodes d'agrégation plus limitées que pour le groupe 1.
- L'hypothèse favorisée par Valla (1998) est celle d'un modèle mis en place au Natoufien ancien fondé sur de longues périodes d'agrégations des populations, de courts épisodes de dispersion et la réoccupation des mêmes camps de base. Ce modèle connaît sa diffusion la plus large au Natoufien récent, l'adaptation aux conditions locales lors de sa diffusion entraîne des variations régionales des modes d'implantation des populations.

Enfin, les dernières phases du Natoufien correspondraient à un recul de la sédentarité (e.g Goring-Morris et Belfer-Cohen, 1997 ; Belfer-Cohen et Bar-Yosef, O., 2000 ; Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, en préparation). Valla *et al.* (2000) considèrent que le phénomène est marqué



au Natoufien final. Selon Belfer-Cohen et Grossman (1997) & Grossman *et al.* (1999), les gisements de Salabiya I et de Fazael IV (basse vallée du Jourdain) pourraient correspondre à des sites spécialisés liés aux camps de base de l'aire méditerranéenne. Ces implantations permettraient le maintien d'une certaine sédentarité et témoigneraient d'une réadaptation du mode de vie natoufien face aux fluctuations climatiques du Dryas Récent.

### 2.2.2.3. Conclusion

La plupart des chercheurs s'accordent pour proposer un système d'implantation comportant des périodes de mobilité, qualifié selon les études de semi-nomade, semi-sédentaire, de système fondé sur des phases d'agrégation et de dispersion des populations ou encore, de mobilité logistique reprenant alors la dichotomie établie par Binford (1980) entre *forager* et *collector*. Ce système d'implantation est considéré par certains comme ayant été initié durant des périodes antérieures au Natoufien. Les points de désaccord portent aussi sur la connexion des différentes zones géographiques considérées ou non comme recouvrant des entités socio-économiques. On se heurte pour la détermination des systèmes d'implantation au problème de la reconstitution d'une géographie sociale précise.

La mise en évidence de groupes "ethniques" reste en l'état actuel des recherches difficilement envisageable, elle semble cependant indispensable. De même, le développement de méthodologie permettant de définir les modes d'occupation des sites, en particulier les approches géo-archéologiques visant à comprendre leur processus de formation, la signification des ensembles archéologiques, sont essentielles. Par ailleurs, la détermination des sources d'approvisionnement déjà entreprises pour les coquillages (Bar-Yosef. D, 1989, 1991), les roches siliceuses (Delage, 2001b), l'obsidienne (pour une synthèse voir la contribution de H. Khailaily dans Valla *et al.*, 2001) et le basalte (Weinstein-Evron *et al.*, 1995, 1999, 2001) apparaît comme un axe de recherche important. Les données ne permettent pas à l'heure actuelle d'effectuer des synthèses générales, elles apportent cependant des points de vue intéressants : Delage (*op. cit*) met par exemple en évidence des territoires communs d'approvisionnement en silex pour les sites d'Hayonim et de Mallaha ce qui pourrait être aussi le cas pour le basalte (Weinstein-Evron *et al.*, 1999). Les structures d'approvisionnement reflètent selon l'auteur une fragmentation de l'espace en localités exploitées préférentiellement par certains groupes ou individus mais aussi un territoire ouvert où il est possible de circuler.

### 2.2.3. Discussion

Le développement au Natoufien de sites étendus présentant un regroupement de structures construites peut être considéré comme un phénomène nouveau. Les modalités d'implantation semblent ainsi connaître des modifications profondes à cette période, même si, encore une fois, elles trouvent probablement leurs racines dans des traditions antérieures.

Les modèles proposés divergent quant à la signification de ces changements, en particulier sur le fait qu'ils traduisent ou non le passage d'une mobilité résidentielle à logistique. Un point de vue plus partagé est celui de mode de vie devenant plus sédentaire au Natoufien. Si la détermination du caractère permanent ou non de certaines occupations reste discutée, il nous semble en effet que différentes données attestent d'une accentuation de la sédentarisation au

Natoufien, peut être d'une plus forte territorialité des groupes que l'on pourrait percevoir dans les structures d'approvisionnement de certaines matières, le développement de l'art mobilier, une modification des pratiques funéraires.

Dans quelles mesures ces changements ont ils été généralisés à l'ensemble du Levant ? Olszewski (1991) considère qu'ils ne concernent que quelques zones. Plusieurs chercheurs envisagent une adaptation des modes d'implantation en fonction des différentes zones environnementales (e.g Byrd, 1989 a et b ; Valla, 1998).

Par ailleurs, une modification des systèmes d'occupation du territoire durant les différentes périodes de la fin de l'Épipaléolithique est probable. Elle fait écho à d'autres variations précédemment évoquées concernant les stratégies d'exploitation des ressources. En guise de synthèse des données relatives aux modes de subsistance et d'implantation au Natoufien, nous ferons le point, dans la partie suivante, sur ce dernier aspect de la variabilité des adaptations natoufiennes en les considérant dans une perspective diachronique.

## ***2.3. La question de l'évolution des adaptations natoufiennes***

Pour effectuer ce bilan diachronique, nous présenterons tout d'abord plusieurs tableaux synthétisant pour la phase ancienne, récente et finale du Natoufien les données relatives à la culture matérielle (industrie lithique, outils d'os, matériel de broyage), aux modes de subsistance et d'implantation et enfin aux manifestations artistiques. Par ailleurs, un rappel des reconstitutions environnementales est proposé en premier lieu. Ces synthèses sont principalement fondées sur certaines études effectuées selon une perspective diachronique. Les références bibliographiques sont rappelées dans les tableaux ainsi que dans les légendes. Ce bilan ne prétend aucunement être exhaustif, il tend simplement à poser des éléments de réflexions concernant l'évolution des adaptations natoufiennes. Nous discuterons de cette question dans un second temps.

### **2.3.1. Différents bilans diachroniques**

#### **2.3.1.1. Les données environnementales**

Les différents auteurs s'accordent à quelques nuances près sur la période suivant le Natoufien ancien. Elle correspondrait à une phase d'aridification et marquerait l'arrêt d'une phase précédente d'extension de la forêt méditerranéenne.

<b>Cadre chronologique et évolution climatique</b>			
<b>Eléments de caractérisation</b>	<b>Natoufien ancien (12.500 – 11.500 BP)</b>	<b>Natoufien récent (11.500 – 10.800 BP)</b>	<b>Natoufien final (10.800 – 10.250 BP)</b>
<b>1. d'après Sanlaville (1996)</b>	1. Episode sec et froid de 12.700 à 12.000 BP suivi d'une phase d'amélioration climatique.	<b>1. Phase d'amélioration climatique, crise du Dryas récent à 11.000 BP.</b>	<b>1. Climat sec et froid, Dryas récent.</b>
<b>2. d'après Rossignol-Strick (1995, 1997)</b>	2. Phase d'amélioration climatique amorcée depuis 15.000 BP	<b>2. Phase d'amélioration climatique, crise du Dryas Récent à 11.000 BP.</b>	<b>2. Climat sec et froid, Dryas récent.</b>
<b>3. d'après Bar-Matthews et al. (1997)</b>	3. Phase d'amélioration climatique postérieure au dernier événement de Heinrich (limite chronologique supérieure non donnée).	<b>3. Début de la crise du Dryas Récent à 11.500 BP.</b>	<b>3. Climat sec et froid, Dryas récent.</b>
<b>Impact sur la disponibilité en ressources végétales</b>	<b>Extension de la forêt méditerranéenne à partir de 13.0000 BP accompagnée par un cortège d'herbacées et de céréales sauvages.</b>	Aridification au Dryas récent, retrait de la forêt méditerranéenne	<b>idem</b>

tableau 2 : synthèse des données climatiques et paléoenvironnementales pour les différentes phases du Natoufien selon les données de Sanlaville (1996), Rossignol-Strick (1995 et 1997) et Bar-Matthews et al., 1997.

### 2.3.1.2. La culture matérielle

<b>Culture matérielle</b>			
<b>Éléments de caractérisation</b>	<b>Natoufien ancien</b>	<b>Natoufien récent</b>	<b>Natoufien final</b>
<b>1. Industrie de silex</b>	1. Développement des microlithes de type segments de cercle avec retouche hélouan, trapèzes et triangles, augmentation des éléments de faucille.	1. Tendance à une diminution de la taille des segments de cercle parallèle à un abandon progressif de l'utilisation de la retouche hélouan. Étude comparative des industries natoufiennes par Marder et Valentin ( <i>in Valla et al.</i> , 2001) : stabilité des techniques et de la répartition des activités effectuées à l'intérieur et à l'extérieur des sites. Ceci rejoint les conclusions de Henry (1989, p.192). Forte variabilité des représentations des différents types d'outil, tendance évolutive qui semble propre à chaque site, par exemple : dans la grotte d'Hayonim, baisse des éléments de faucille et des microlithes au cours de la séquence (Belfer-Cohen, 1988c).	1. Poursuite de la tendance amorcée au Natoufien récent, abandon de la retouche hélouan sauf à Mallaha ; similitude au niveau de la technologie.
<b>2. Les outils d'os</b>	2. Développement de l'outillage osseux par rapport aux périodes précédentes	2. Selon Stordeur (1991) : appauvrissement du nombre des types d'outil, absence d'évolution sur le plan des techniques	2. Le Dosseur * ( <i>in Valla et al.</i> , 2001), à Mallaha, appauvrissement du répertoire des outils.
<b>3. Le mobilier de pierre</b>	3. Développement important des outils de broyage par rapport aux périodes précédentes : diversification typologique et augmentation de la taille des assemblages.	3. Selon Wright, contrairement au Natoufien ancien et au PPNA, le mobilier de pierre n'est pas retrouvé essentiellement dans les sites présentant des structures construites, sa répartition est plus généralisée.	3. Hypothèse d'un remplacement progressif des formes creuses par les formes plates qui s'affirmerait par la suite, au Néolithique.
<b>4. Des innovations techniques ?</b>	4. Apparition de l'arc proposé en raison de la présence de pierre à rainure ; indices de l'importance des activités de vannerie, des cordages sont connus à des périodes antérieures (Ohalo II) ; premières expérience de fabrication de chaux.	—	4. Apparition probable de pseudo-hache polie, pièces présentant des zones de polissage localisées ; premières herminettes à Mureybet ( <i>in Valla</i> , 1995a)
<b>5. Variations régionales</b>	5. Importante variabilité dans la composition typologique des assemblages ; variation de l'utilisation de la technique du micro-burin ( <i>e.g.</i> Valla, 1984) ; culture contemporaine d'autres traditions techniques dans le Sud	—	5. Trop peu de site connu pour pouvoir appréhender la variabilité du Natoufien final.

tableau 3 : Synthèse des données relatives aux industries lithiques, aux outils d'os et au matériel de broyage pour les différentes phases du Natoufien. Symboles : \* = étude portant sur une série ou prenant en compte uniquement des sites de la zone Carmel-Galilée ; — : pas de données ou identique au précédent.

Références utilisées : Belfer-Cohen 1988c ; Henry, 1989 ; Le Dosseur *in Valla et al.*, 2001 ; Marder et Valentin *in. Valla et al.* 2001 ; Stordeur, 1991 ; Valla, 1984, 1995a ; Wright, 1992a & b et 1994.

### 2.3.1.3. Les modes de subsistance

<b>Modes de subsistance</b>			
	<b>Natoufien ancien</b>	<b>Natoufien récent</b>	<b>Natoufien final</b>
<b>1. Les données de la faune</b>	1. Les gazelles dominent les assemblages, exploitation des petites proies notable dans les sites de la zone méditerranéenne; dans les milieux plus arides exploitation de la gazelle et de la chèvre ; l'adoption d'une économie à large spectre est placée selon certains à des périodes précédant le Natoufien ou au Natoufien, selon d'autres, le Natoufien est marqué par une augmentation de l'exploitation des proies rapides au sein de la petite faune.  Hypothèse de la pratique d'une chasse au filet ou d'une gestion des troupeaux.	1. Peu de variations ont été remarquées au cours du Natoufien.	1. Tendance à l'augmentation de l'importance des oiseaux notée dans le Natoufien final de Mallaha (Rabinovich <i>in</i> Valla <i>et al.</i> 2001).
<b>2. Les données tracéologiques</b>	2. Peu de travaux se sont intéressés aux variations diachroniques au cours du Natoufien. Les assemblages sont considérés comme proches de ceux des chasseurs-cueilleurs. Selon Anderson (2000), la technologie liée au traitement des récoltes se développe réellement à partir du Néolithique et indique la mise en place des économies de production.		
<b>3. Biochimie et caries dentaires</b>	3. Données contradictoires indiquant pour les études biochimiques * une baisse de l'importance des céréales dans l'alimentation au cours du Natoufien et l'inverse en ce qui concerne les maladies dentaires *.		
<b>4. Reconstitutions proposées</b>	4. Les Natoufiens sont généralement considérés comme des chasseurs-cueilleurs exploitant un large spectre de ressources animales et végétales. Selon Moore <i>et al.</i> (2000), cette période connaîtrait un développement des pratiques agricoles. Willcox (2000b) parle d'agriculture ponctuelle à petite échelle et considère que la cueillette reste dominante tout au long du Natoufien.	4. Selon Bar-Yosef, O. ( <i>e.g</i> 1996), la crise climatique du Dryas Récent a pu entraîner le développement de l'agriculture à la fin du Natoufien.	5. Selon Valla <i>et al</i> (2001), la chasse devient plus importante dans les économies de subsistance au Natoufien final.

tableau 4 : synthèse des données relatives aux stratégies de subsistance pour les différentes phases du Natoufien. Symbole : \* = étude d'une série ou prenant en compte uniquement des sites de la zone Carmel-Galilée.

Références utilisées : Anderson, 1991, 1992, 2000 ; Anderson-Gerfaud *et al.*, 1991 ; Anderson et Valla, 1996 ; Bar-El et Tchernov, 2000 ; Bar-Oz *et al.*, 1999 ; Bar-Yosef, O. 1996 ; Campana et Crabtree, 1990 ; Cope, 1991 ; Dayan et Simberloff, 1995 ; Edwards, 1989b, 1991a ; Henry, 1989 ; Hortwitz et Goring-Morris, 2000 ; Moore *et al.*, 2000 ; Munro, 1999 ; Neeley et Clark, 1993 ; Rabinovich *in* Valla *et al.*, 2001 ; Rowley-Conwy, 1991 ; Sillen et Lee-Thorp, 1991 ; Smith, 1991 ; Stiner et Tchernov, 1998 ; Stiner *et al.* 1999, 2000 ; Tchernov, 1991a, 1995 ; Unger-Hamilton, 1991 ; Valla *et al.*, 1999, 2001 ; Willcox, 2000b.

### 2.3.1.4. Les modes d'implantation

<b>Modes d'implantation</b>			
	<b>Natoufien ancien</b>	<b>Natoufien récent</b>	<b>Natoufien final</b>
<b>1. Aire de répartition des sites</b>	1. Aire centrale "Carmel – Galilée" et bassin de la Jordanie ;	1. Diffusion au Nord et au Sud	1. Plusieurs sites sont abandonnés, diminution du nombre d'implantation mais développement probable au Nord ;
<b>2. Fonction des sites</b>	2. Différents types de sites dont des "camps de base" avec possible occupation permanente.	2. Certains sites sont utilisés comme des cimetières, les sites sont en moyenne plus petits par rapport au Natoufien ancien (Goring-Morris et Belfer-Cohen, 1997), architecture moins investie.	2. Eléments d'architecture reconnus au Nord mais peu documentés dans l'aire centrale natoufienne à part pour le site de Mallaha.
<b>3. Circulation des matériaux</b>	3. - les coquillages : diversification des espèces collectées par rapport aux périodes précédentes, provenance de la mer méditerranée et de la mer rouge ; - le silex * : territoire commun à différents sites (Delage, 2001b) ; - le basalte* : exploitation récurrente de sources éloignées dans différents sites indiquant de possibles territoires d'approvisionnement communs et la présence d'atelier de fabrication (Weinstein-Evron et collaborateurs).	3. Pas de modifications majeures observées dans les analyses effectuées jusqu'à présent ;	3. - le silex * : approvisionnement en silex à Mallaha : possible réduction des territoires d'approvisionnement par rapport aux périodes précédentes ; - l'obsidienne : les premières découvertes d'obsidienne proviennent des sites du Nord du Levant et sont datées de la fin du Natoufien.
<b>4. Implantation territoriale</b>	4. Différentes hypothèses sont proposées : - camp de base occupé de façon "permanente" en fonction d'une mobilité annuelle planifiée comprenant l'exploitation de camps saisonniers (Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, 1989) ; - Byrd (1989) proposent deux systèmes d'implantation plus ou moins mobiles développés dans des zones environnementales distinctes ; - Valla (1998), un système fondé sur de longues périodes d'agrégations et de courts épisodes de dispersion.	4. - hypothèse de Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen : implantation saisonnière des habitats (occupation des hauts plateaux en été et des plaines en hiver) ; - selon Valla diffusion du mode de vie développé au Natoufien ancien et adaptations aux conditions locales entraînant des variations dans les systèmes d'implantation.	4. Selon Valla <i>et al.</i> (2001) recul de la sédentarité, mais possible maintien d'un mode de vie sédentaire au Nord sur le site de Mureybet (Valla, 1995a). Selon Rabinovitch ( <i>in</i> Valla <i>et al.</i> , 2001) les données de la faune du Natoufien final de Mallaha indiquent de possibles occupations répétées de courte durée. Hypothèse de Belfer-Cohen et Grossman (1997) & Grossman <i>et al.</i> (1999) : les sites de basse vallée du Jourdain correspondent à des camps spécialisés dans l'exploitation saisonnière de certaines ressources, ils sont reliés aux sites méditerranéens et permettent le maintien d'un certain niveau de sédentarité.
<b>5. Variations régionales</b>	5. Les camps de base sont essentiellement localisés dans la zone Carmel-Galilée, les autres adaptations contemporaines semblent avoir été plus mobiles ; forte variabilité sur plusieurs aspects indiquant la possible présence au sein de la zone Carmel-Galilée de différents groupes.	5. Période de diffusion maximale de "l'influence natoufienne", hypothèse d'adaptation du mode de vie natoufien aux conditions locales.	5. Période peu documentée, difficulté à mettre en évidence des variations régionales (présence / absence de sites ?).

tableau 5 : synthèse des données relatives aux modes d'implantation territoriaux pour les différentes phases du Natoufien.

Références utilisées : Bar-Yosef, D. 1991 ; Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, 1989 ; Belfer-Cohen et Grossman, 1997 ; Byrd, 1989b ; Delage, 2001b ; Goring-Morris et Belfer-Cohen, 1997 ; Grossman *et al.*, 1999 ; Khalayli *in* Valla *et al.*, 2001 ; Valla, 1995a, 1998 ; Valla *et al.* 2001 ; Weinstein-Evron, 1998 ; Weinstein-Evron *et. al.*, 1995, 1999, 2001.

### 2.3.1.5. La sphère du symbolique

<b>Domaine symbolique</b>			
	<b>Natoufien ancien</b>	<b>Natoufien récent</b>	<b>Natoufien final</b>
<b>1. L'art mobilier</b>	1. Développement de l'art mobilier au Natoufien dans la zone Carmel-Galilée ; pas de mention notable d'une variation selon chronologique des thèmes et techniques néanmoins une diminution des productions est envisagée par Belfer-Cohen (1991a)	au Natoufien dans la zone Carmel-Galilée ; pas de mention notable d'une variation selon chronologique des thèmes et techniques néanmoins une diminution des productions est envisagée par Belfer-Cohen (1991a) au cours de la séquence de l'occupation de la grotte d'Hayonim.	
<b>2. Les pratiques funéraires</b>	2. Les sépultures sont localisées sur les lieux d'habitat dans la zone Carmel-Galilée ; les pratiques funéraires apparaissent très diversifiées indiquant la possible présence de différents groupes de population au sein de la zone Carmel-Galilée.	2. à la fin de la période, un développement des sépultures secondaires est proposé (Bar-Yosef, 1998b) ; diminution du mobilier funéraire et des objets de parure associés aux défunts ; développement de l'enlèvement des crânes qui se généralisera par la suite.	2. à Mallaha, les sépultures primaires individuelles dominent à nouveau (Perrot <i>et al.</i> , 1988).
<b>3. Variabilité inter-site</b>	3. Forte variabilité inter-site des pratiques funéraires ; l'art mobilier serait plus développé dans la zone centrale, on retrouve certains objets plus particulièrement associés à certains sites.		
<b>4. Hypothèses relatives aux organisations sociales</b>	4. Hypothèse d'une hiérarchisation sociale au Natoufien proposée par Wright (1978) est contredite par Olszewski (1991), Belfer-Cohen (1995) et Byrd & Monohan (1995).	4. Selon Belfer-Cohen et Bar-Yosef, O (2000), Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen (en préparation), l'absence de mobilier funéraire à partir du Natoufien récent pourrait indiquer le passage d'une société non-égalitaire à une société plus égalitaire. Selon Henry (1989, p. 208), le passage des sépultures collectives à individuelles peut être interprété comme " <i>an evolution from kin-based (e.g. clan, join-family) to community wide ownership of resources</i> " soit le développement d'une société hiérarchisée.	4. —

tableau 6 : synthèse des données relatives à l'art mobilier pour les différentes phases du Natoufien. Symbole : \* = étude d'une série ou prenant en compte uniquement des sites de la zone Carmel-Galilée.

Références utilisées : Bar-Yosef, O. 1998a ; Belfer-Cohen et Bar-Yosef, O. 2000 ; Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen en préparation ; Belfer-Cohen, 1988b, 1991, 1995 ; Bocquentin *in* Valla *et al.*, 1999, 2001 ; Byrd & Monohan, 1995 ; Henry, 1989 ; Olszewski, 1991 ; Kuijt, 1996 ; Perrot *et al.*, 1988 ; Valla, 1995b, 1999 ; Wright, 1978.

## 2.3.2. Continuités et évolutions

### 2.3.2.1. Une stabilité des techniques

En ce qui concerne la culture matérielle, les industries lithiques documentent une miniaturisation progressive des segments de cercle qui s'accompagne d'un abandon de l'utilisation de la retouche hélouan pour la confection des dos des outils. Néanmoins, Marder et Valentin (*in* Valla *et al.*, 2001) notent une grande stabilité des techniques ainsi que de la répartition des activités de taille entre l'espace intérieur et extérieur aux sites durant l'ensemble du Natoufien. Du point de vue typologique, l'étude de Valla (1984) atteste d'une certaine permanence de la représentation quantitative des outillages au sein des sites stratifiés. Valla (*op. cit.*, p. 176) constate cependant des tendances évolutives propres à chaque assemblage, tout comme cela a été mis en évidence par Belfer-Cohen (1988c) pour la

grotte d'Hayonim. Une stabilité des traditions techniques est aussi attestée pour l'industrie osseuse alors qu'un appauvrissement dans le répertoire des outils est constaté. Comme nous le développerons dans le chapitre suivant, la représentation des différents outils de pierre au sein des assemblages pourrait aussi évoluer suivant une même tendance générale au cours de la séquence c'est-à-dire celle d'un appauvrissement du répertoire des outils (remplacement des formes creuses par les formes plates).

### 2.3.2.2. Des changements évidents dans les modes d'implantation des populations

Les différences les plus nettes entre les phases du Natoufien apparaissent en définitive dans le domaine des modes d'implantation : on constate une augmentation du nombre de site et de leur aire de répartition au Natoufien récent puis une diminution au Natoufien final ; une possible baisse de l'investissement dans la construction des structures ; des changements dans les pratiques funéraires au cours de la séquence. Pour le Natoufien récent, ces modifications pourraient être caractérisées comme une "colonisation" de nouveaux espaces, s'accompagnant peut être d'une diversification des types de site et d'une diminution relative du nombre d'implantation "permanente". Elles sont considérées par certains comme reflétant l'adaptation d'un modèle (mode de vie sédentaire) aux conditions spécifiques des nouvelles régions occupées (e.g Valla, 1995a). D'autres ont proposé une réorganisation des stratégies d'exploitation des territoires comprenant une répartition saisonnière des habitats (Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, 1989). Enfin, beaucoup considèrent que la fin du Natoufien récent ou encore le Natoufien final connaît un recul de la sédentarité (e.g Goring-Morris et Belfer-Cohen, 1997 ; Belfer-Cohen et Bar-Yosef, O., 2000 ; Valla *et al.*, 2001 ; Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, en préparation).

### 2.3.2.3. Quelles conséquences sur les stratégies de subsistance ?

Les données permettent difficilement d'évaluer les implications des changements constatés sur les stratégies de subsistance : à notre connaissance aucune variation majeure n'est observée au cours du Natoufien dans les assemblages fauniques. Néanmoins, dans la séquence de Mallaha, Robinovitch (*in* Valla *et al.*, 2001) constate une augmentation de la représentation des oiseaux au sein des assemblages. Valla *et al.* (2001) considèrent que la chasse devient plus importante au Natoufien final, tandis que Bar-Yosef, O. (1996) propose un développement de l'agriculture pour palier la crise des ressources induites par la péjoration climatique du Dryas Récent. Les données dont nous disposons actuellement concernant les modes d'exploitation des végétaux ne permettent pas de tester cette hypothèse. Les macro-restes végétaux sont en effet peu nombreux et les preuves indirectes ne permettent pas, en l'état actuel des recherches, de proposer des reconstitutions précises. Les analyses biochimiques et l'étude des caries dentaires aboutissent à des résultats contradictoires concernant l'évolution de l'importance relative des ressources carnées et végétales au cours de la séquence. Les études tracéologiques n'ont pas mis en évidence une évolution vers une plus grande représentation des activités de chasse ou de cueillette à la fin du Natoufien. Pour l'industrie osseuse du Natoufien final de Mallaha, un abandon de la production des éléments



de projectile en os est envisagé (Le Dosseur *in* Valla *et al.*, 2001). Rappelons cependant que de tels modes d'utilisation de l'industrie osseuse n'ont pas été mis en évidence par les études tracéologiques effectuées par Campana (1989, 1991).

#### 2.3.2.4. Un "retour en arrière" à la fin du Natoufien ?

Selon une récente étude de Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen (en préparation), l'évolution des pratiques funéraires à la grotte d'Hayonim, pourrait documenter un retour à des organisations sociales plus égalitaires à la fin du Natoufien. Par ailleurs, nous avons évoqué l'hypothèse de Valla *et al.* (2001) d'une plus grande importance de la chasse à cette période. Doit-on considérer que l'on assiste à cette période à un "retour en arrière" vers des modes de vie plus mobiles, essentiellement fondés sur l'exploitation des ressources carnées et des sociétés égalitaires ?

Nous constatons cependant que différents aspects de la "particularité" natoufienne perdurent à la fin de la période. Certain d'entre eux, telle que la pratique d'enterrer les morts sur les lieux d'habitats ou de les regrouper dans certains sites, apparaissent particulièrement significatifs en ce qui concerne la perception de l'espace et probablement les organisations sociales. Ainsi, il apparaît peu probable que l'on assiste à la fin de la période à un changement drastique des modes de subsistance et d'implantation territoriale. Au terme de ce bilan, nous privilégierons l'hypothèse proposée par Belfer-Cohen et Grossman (1997) & Grossman *et al.* (1999) d'une adaptation aux nouvelles données environnementales en vue de maintenir certaines "traditions natoufiennes".

### 3. Discussion : Natoufien et processus de néolithisation au Proche-Orient

La reconstitution des modes de subsistance et d'implantation au Natoufien fait ainsi l'objet de nombreux débats. Nous tenterons néanmoins de confronter ces données aux différents modèles de néolithisation proposés. Certains d'entre eux ont depuis été au moins en partie rejetés, par exemple, ceux proposant un développement premier des pratiques agricoles dans des zones marginales pauvres en ressources. Nous ne reprendrons pas chaque modèle de façon détaillée, nous nous intéresserons plutôt aux mécanismes considérés comme des éléments moteurs de la néolithisation. Ceux-ci comprennent :

- **Changements climatiques, modification des conditions environnementales** : si l'on reprend les données de Sanlaville (1997), le début et la fin du Natoufien correspondent à des périodes de dégradations climatiques dans une tendance générale d'évolution vers des conditions plus chaudes et plus humides amorcée vers 15.000 BP. Cependant, parmi les différentes reconstitutions proposées, le seul point d'accord relatif apparaît être la péjoration climatique du Dryas récent dont les débuts sont variables selon les études. Ils coïncideraient globalement avec la fin du Natoufien, à une période charnière entre la phase récente et finale. D'autres points de controverses portent sur l'importance de cette péjoration, ses conséquences sur la distribution de la faune et de la flore.

- **Modification des stratégies d'exploitation des ressources, en particulier, l'adoption d'une économie à large spectre à partir de 20.000 BP** : les conclusions des différentes études diachroniques des assemblages fauniques levantins sont contradictoires. Si l'on se fonde sur certains travaux ayant adopté une approche taphonomique des assemblages, il est possible que le Natoufien témoigne non pas d'une réorganisation importante des stratégies de subsistance mais de réorientations plus fines telles qu'une modification de la contribution des différentes proies dans l'alimentation. L'hypothèse d'une intensification de l'exploitation des végétaux apparaît aussi difficile à démontrer. Elle repose essentiellement sur des preuves indirectes telles que la mise en place de conditions climatiques favorables au développement de certaines plantes et un essor de l'outillage associé à leur exploitation. Une amélioration des conditions climatiques est attestée avant le Natoufien ; les données du site de Ohalo II plaident en faveur d'une longue tradition d'exploitation des végétaux. Matériel de broyage et éléments de faucille apparaissent à des périodes antérieures, ces outils n'illustrent par ailleurs que certaines techniques d'exploitation des végétaux (ce qui reste à démontrer pour le matériel de broyage). Il apparaît ainsi difficile d'attester de transformations profondes des comportements de subsistance au Natoufien, il nous semble que ces difficultés proviennent en partie du fait que ceux-ci s'enracinent dans des traditions plus anciennes.
- **Pression démographique** : des situations de déséquilibre entre population et ressources disponibles apparaissent difficiles à mettre en évidence à partir des données archéologiques. Pour le Levant, c'est essentiellement à travers les études archéozoologiques que de telles approches ont été tentées. En particulier, Stiner et collaborateurs (Stiner *et al.*, 1999 et 2000) concluent à une surexploitation de certaines espèces indiquant un probable déséquilibre entre ressources disponibles et population. Dans la plupart des modèles, les situations de pression démographique sont envisagées comme des crises entraînant une réorganisation rapide des systèmes socio-économiques. Les données de la faune documenteraient plutôt des états récurrents de déséquilibres pouvant aboutir sur le long terme à une modification des modes d'exploitation des animaux.
- **Le développement d'un mode de vie sédentaire, des organisations sociales devenant plus complexes** : si des occupations permanentes de sites ne sont pas clairement démontrées au Natoufien, plusieurs données indiquent une plus forte sédentarisation des populations. Les modifications socio-économiques généralement associées à la sédentarisation sont-elles attestées ? Une intensification de l'exploitation des ressources sur un territoire restreint est probable eu égard aux données de la faune. Le développement d'organisations sociales plus complexes est difficile à mettre en évidence. Olszewski (1991) considère que les données ne témoignent pas d'une évolution dans ce sens au Natoufien. L'étude des pratiques funéraires effectuée par Belfer-Cohen (1995) ainsi que Byrd et Monahan (1995) contredisent l'hypothèse proposée par Wright (1978) d'une hiérarchisation sociale au Natoufien. Ces données indiquent plutôt une importante diversité des pratiques funéraires. Celles-ci documentent un changement important à cette période ; en particulier, l'association entre habitat et sépulture atteste d'une modification dans la perception de l'espace. On assiste parallèlement à un développement de l'art mobilier, des objets de parure, qui pourrait traduire un besoin

d'identification des groupes (Belfer-Cohen et Bar-Yosef, O, 2000). Si la mise en place d'un mode de vie sédentaire peut procéder d'une évolution graduelle, une modification importante des relations entre sociétés humaines et territoire semble se dérouler au Natoufien.

Les reconstitutions du processus de néolithisation récemment proposées par différents chercheurs pour le Proche-Orient se rejoignent sur de nombreux points :

- Le modèle proposé par Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen (1989, 1991, 1992) et Bar-Yosef, O. (e.g. 1987, 1996, 1998a et b), envisage le développement de la sédentarité comme un élément moteur, elle résulterait d'une augmentation de la population amorcée au Kébarien géométrique liée aux améliorations climatiques. Dans le contexte d'une exploitation intensive de territoires morcelés, la crise climatique du Dryas Récent entraîne l'adoption de l'agriculture.
- Moore (1985) propose un modèle similaire avec une phase d'amélioration climatique permettant une augmentation de la population générant une réduction de la mobilité des groupes. Tout comme Kaufman (1986, 1992), une modification des organisations sociales, en particulier une plus forte territorialité, est présentée comme l'élément majeur permettant d'expliquer l'apparition de l'agriculture.
- Henry (1989) place l'origine du processus dans le développement au Natoufien d'une stratégie de subsistance spécialisée sur les graines et les noix résultant d'une amélioration des conditions climatiques.
- Le mécanisme envisagé par Hillman (1996) est le suivant : l'expansion des zones forestières dès 13.000 BP permet une augmentation des ressources disponibles, le développement de la sédentarité et du stockage générant une augmentation de la population etc.

Ces modèles reposent fréquemment sur les enchaînements suivants : amélioration climatique, augmentation des ressources disponibles et par conséquent de la population, sédentarisation. Seul Cauvin, J. (1994) propose un processus différent en posant la primauté d'une révolution des mentalités qu'il situe au Khiamien. La publication récente de son ouvrage en anglais (Cauvin, J. 2000) a suscité différentes critiques parmi les chercheurs anglophones (Cauvin, J. *et al.*, 2001). Les principales portent sur les difficultés à démontrer une naissance des divinités à cette période et non avant ainsi que sur les raisons de ce changement de mentalités qui ne sont pas explicites. Comme le souligne Watkins (*in* Cauvin, J. *et al.*, 2001), la compréhension du processus de néolithisation nécessite probablement de prendre en compte une échelle géographique large, de comparer les données de différentes régions reconnues comme des centres de néolithisation. Par ailleurs, selon Bar-Yosef, O. (*in* Cauvin, J. *et al.*, 2001), il est nécessaire d'envisager la domestication des plantes et des animaux comme le résultat d'un processus long. La poursuite des recherches portant sur les modalités d'exploitation des végétaux apparaît ainsi essentielle. L'étude du matériel de broyage constitue dans ce domaine une voie de recherche privilégiée.

Cet outillage est généralement interprété comme participant au système d'exploitation des ressources végétales. Cependant, peut-on considérer à priori que ces outils ont exclusivement été employés pour le traitement de ressources végétales ? Si les matières

travaillées ont été diverses, quelle est la part des végétaux ? Comment s'effectue le développement de cet outillage au Natoufien et dans quelles mesures indique-t-il d'une intensification de l'exploitation de des ressources végétales ? Peut-il nous permettre de préciser les modes d'exploitation des végétaux et leur importance dans l'alimentation des Natoufiens ?

Nous présenterons dans le chapitre suivant une synthèse des travaux effectués sur le Levant afin :

- d'une part de préciser les modalités du développement du mobilier de pierre au Natoufien ;
- d'autre part de faire le point sur les interprétations proposées, les méthodes d'analyse et systèmes de raisonnement sur lesquelles elles sont fondées.

## **Chapitre 3. Les enjeux d'une étude du matériel de broyage natoufien**

Une première partie sera consacrée à la présentation des données et des méthodes d'analyse utilisées. Nous précisons ainsi les principales problématiques relatives à cet outillage dans le contexte levantin : origines et modalités de son développement, variabilité diachronique et inter-site.

Cet état de la question nous permettra de définir les différents axes de recherche envisageables pour l'étude de ce matériel aussi bien au niveau des problématiques archéologiques et des méthodes d'analyse des assemblages.

### **1. Tableau général du matériel de broyage de l'Épipaléolithique et du début du Néolithique au Levant**

Les études portant sur le matériel de broyage levantin comprennent généralement des descriptions et classifications typologiques des assemblages. Les travaux de Wright (1992a et b, 1994, 2000), auxquels nous ferons largement référence dans cette partie, ont particulièrement marqué ces recherches. Ils ont été orientés vers l'établissement d'une méthode d'analyse et de classification appliquée à l'étude exhaustive des assemblages levantins pour une période allant du Paléolithique supérieur au PPNB.

Des analyses plus "spécialisées" ont par ailleurs été effectuées. L'assemblage de Mureybet a par exemple fait l'objet d'une étude détaillée par Nierlé, s'intéressant plus particulièrement aux implications fonctionnelles des variations morphologiques de l'outillage (Nierlé, 1983). Les conclusions de ce travail ont récemment été testées à travers une analyse de résidus entreprise par Formenti et Procopiou (1998). Par ailleurs, un programme de détermination des sources d'approvisionnement pour le matériel en basalte a été entrepris par Weinstein-Evron et collaborateurs (1995, 1999, 2001).

Nous effectuerons ici une présentation générale du matériel de broyage natoufien en reprenant les données de Wright (*op. cit*) complétées par celles de différents travaux. Les descriptions des séries sont plus ou moins précises selon les études, par ailleurs les modes de classification varient. L'intérêt de la synthèse proposée par Wright réside, entre autres, dans l'application d'une même typologie permettant une étude comparative des assemblages (Wright 1992 a et b). Selon la définition proposée par l'auteur, cette synthèse porte plus généralement sur le mobilier de pierre et comprend outre les meules, molettes, pilons et

mortiers, la vaisselle<sup>14</sup>, les pierres à sillons ou rainure, les pierres perforées, les haches.

Nous reprenons ici les descriptions publiées par cet auteur en 1994, pour le Natoufien ancien, récent et pour le Harifien. Par ailleurs, il nous a paru intéressant de replacer les ensembles natoufiens dans un contexte plus large et de présenter les séries du Kébarien, Kébarien à géométriques et du PPNA. Les tableaux de répartition des assemblages de différents sites pour chacune des périodes sont donnés en annexe (Annexes 1). La planche 9 présente différents exemples de matériel de broyage levantin depuis le Paléolithique supérieur jusqu'au PPNA.

## **1.1. Fin du Paléolithique Supérieur et début de l'Épipaléolithique**

Selon Wright (1992b), des outils de broyage typiques apparaissent à partir du Paléolithique Supérieur. Pour les périodes plus anciennes, seuls des percuteurs, des bouchardes (*battered core*) et de possibles broyeurs<sup>15</sup> sont mentionnés. Le matériel de broyage de la fin du Paléolithique et du début l'Épipaléolithique comprend généralement des outils à *posteriori* (c'est-à-dire n'ayant pas fait l'objet d'une mise en forme) ; les meules, les mortiers et la vaisselle sont rares. Les objets sont généralement de petite taille, la plupart du temps la matière première est locale. Mise en forme et gestion relèvent d'une technologie qualifiée par l'auteur d'opportuniste (*expedient*).

Gilead (1991) mentionne pour les ensembles du Paléolithique supérieur la présence de meules, de molettes et de broyeurs ainsi que d'une pierre à rainure dans le niveau D d'Hayonim, beaucoup d'entre eux portent des traces d'ocre. Du matériel de broyage comprenant un mortier est par ailleurs présent dans les niveaux Paléolithique supérieur de Qafzeh (Ronen et Vandermeersch, 1972).

Selon Wright (*op. cit.*), le Kébarien est marqué par l'apparition de nouveaux types d'outils : vaisselles, mortiers et pilons allongés. Meules et molettes sont des outils à *posteriori*, ils sont retrouvés *in situ* dans trois sites (Fazael VII, Uwaynid 18 et Hefsibah).

Au Kébarien à géométrique, les assemblages restent peu importants, deux types sont distingués :

- ceux dominés par une utilisation opportuniste des matériaux et peu de travail de mise en forme. Ils comprennent généralement des molettes, enclumes et broyeurs, on les retrouve plus fréquemment dans les zones arides ;
- les seconds sont caractérisés par la présence de mortiers et pilons manufacturés similaires à ceux du Kébarien. Ils correspondent à des sites larges localisés dans les régions humides.

---

<sup>14</sup> selon la définition de Wright (1992 a et b), la vaisselle de pierre comprend les plats, bols et vases. Ces objets se distinguent des outils de broyage, dont les formes sont parfois proches, par la régularité de leur paroi, des finitions en général plus élaborées.

<sup>15</sup> traduction proposée pour le terme *pounder* : outils sur nuclei ou blocs anguleux montrant des traces de percussion (Wright, 1992 a)

## Planche 9

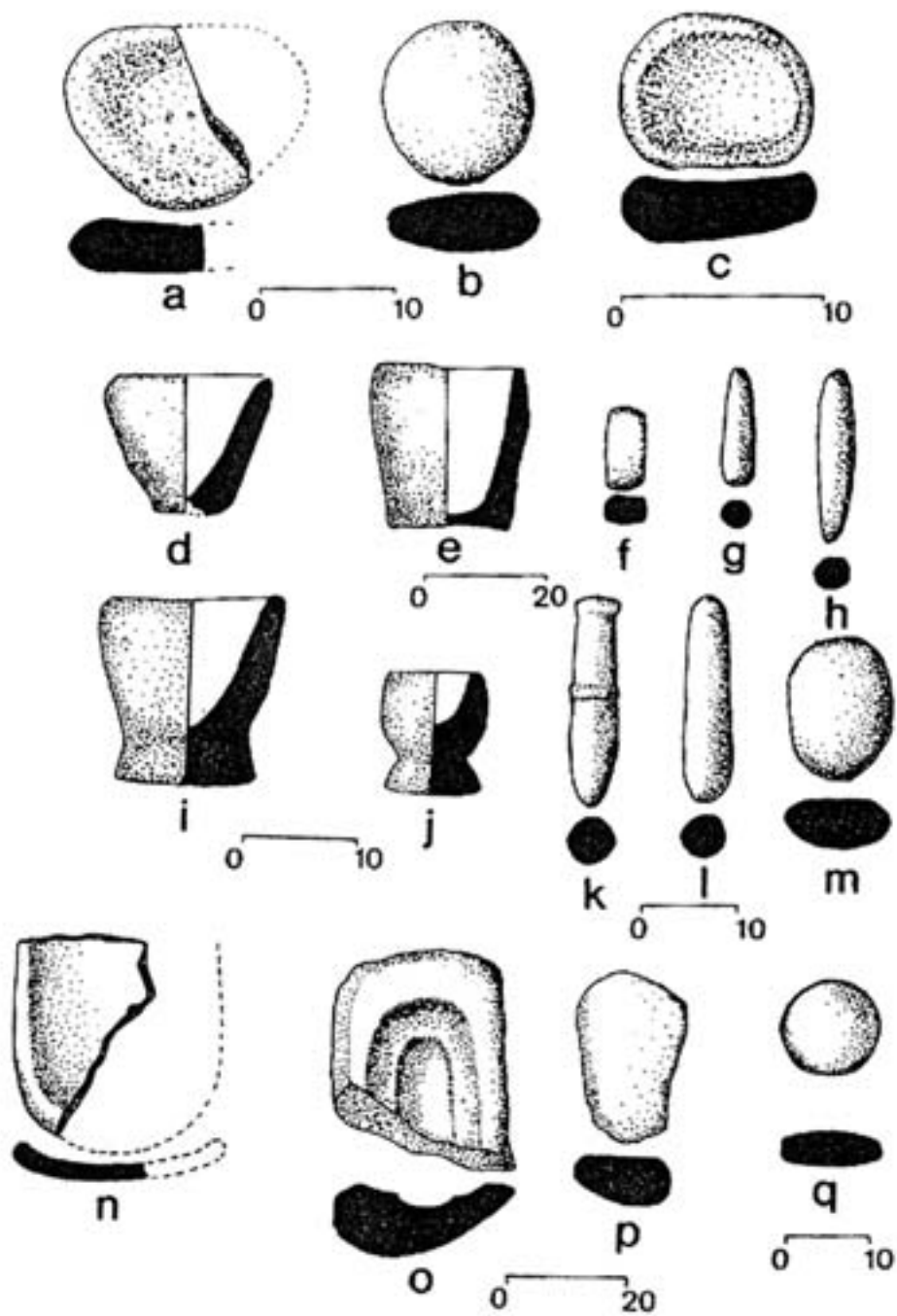


Planche 9, exemples de matériel de broyage levantain, d'après Wright (1994, p.241) :  
 a - c : meules (a et c) et molette (b) datées du Paléolithique supérieur ;  
 d - h : mortiers, molette et pilons datés du Kébarien et du Kébarien à géométriques ;  
 i - m : mortiers, pilons et molette du Natoufien ancien ;  
 n : meule du Natoufien final ;  
 o - q : meule à ensellure, dalle de broyage et molette du PPNA.





L'auteur considère que l'on observe alors les premiers indices de variations régionales.

Pour cette période, les données de Wright apparaissent cependant incomplètes si l'on considère le matériel inventorié par O. Bar-Yosef et Belfer-Cohen (1989) pour le Kébarien et le Kébarien à Géométrie. Selon ces auteurs, les sites comportant des outils de broyage sont localisés dans la zone méditerranéenne.

## **1.2. Fin de l'Epipaléolithique et début du Néolithique**

### **1.2.1. Le Natoufien**

Tous les sites natoufiens ne comportent pas de matériel de broyage : dans l'ensemble des gisements répertoriés par Wright, dix-huit attribués au Natoufien ancien et vingt quatre au Natoufien récent n'en ont pas livré. Ces deux périodes sont caractérisées par une forte disparité dans la taille des assemblages ainsi que la prédominance des mortiers et pilons.

#### **1.2.1.1. Matières premières et économie de production**

Les roches employées sont essentiellement du basalte et du calcaire, leur importance relative varie selon les sites. Une utilisation préférentielle de certains types de basalte pour la production de différentes catégories de meules est proposée pour la série d'Abu Hureyra (Moore *et al.*, 2000). Une telle sélection n'apparaît pas dans le niveau Natoufien final de Mallaha (Dubreuil *in* Valla *et al.*, 2001). Le grès est aussi représenté, il est plus généralement employé pour la production de pierres à rainure et d'abrasifs. Par ailleurs, du matériel en quartzite est aussi mentionné pour le site de Tabaqa (situé au Sud de la Jordanie ; Byrd et Colledge, 1991).

Les outils sont généralement mis en forme, ils témoignent d'un investissement important dans la finition des pièces (Wright, 1992b p.298). Nous pouvons considérer qu'aucun site n'a révélé d'indices d'une fabrication *in situ*. Les ateliers de production ne sont pas connus, ceci principalement en raison de difficultés à effectuer des prospections. Ainsi, les chaînes opératoires de production sont documentées essentiellement par les dernières étapes de finition des objets. Les techniques reconnues comprennent généralement piquetage et abrasion ou tout au moins une régularisation de la surface et parfois la réalisation de décors.

Les études effectuées par Weinstein-Evron et collaborateurs (1995, 1999, 2001) portant sur l'approvisionnement en basalte pour les sites d'El Ouad, d'Hayonim et de Mallaha, indiquent l'utilisation de sources diverses. L'une d'entre elles pourrait être commune à ces différents gisements impliquant pour certains de longues distances d'approvisionnement (60 à 100 km). Le matériel circulant probablement sous la forme de produits manufacturés, l'hypothèse de l'existence d'ateliers de production dans l'Est de la Vallée du Jourdain est avancée. Les sources sont déterminées par datations, celles-ci doivent être étendues notamment aux coulées proches du site de Mallaha afin de confirmer l'hypothèse proposée (S. Ilani, *com. pers.*).

### 1.2.1.2. Les différents types d'outil

- le groupe des mortiers comprend des éléments "mobiles" de taille et de formes diverses ainsi que des outils creusés dans la roche encaissante. Ce creusement pourrait résulter en grande partie de l'utilisation. Sur le site de Rosh Zin par exemple (Henry, 1976), différents stades sont constatés, les profondeurs variant entre 3 et 46 cm. Des pierres ont été placées au fond de certains mortiers épuisés dont la base est perforée. Cette pratique est observée sur différents sites généralement pour des mortiers dont la concavité est profonde. Deux types principaux de mortiers "mobiles" sont distingués (Bar-Yosef, O. et Goren, 1973 ; Belfer-Cohen, 1988c) : - les "*stone pipe*" ou mortiers profonds, réalisés en général dans des blocs de calcaire de grande taille dont le diamètre supérieur mesure entre 30 et 40 cm et celui de la base est d'environ 10 cm ; - les mortiers de type "bol" de plus petite taille, présentent, contrairement au premier type, des concavités plus larges que profondes.
- dans la catégorie des pilons, différentes études mentionnent une grande variété des formes des corps, des extrémités ainsi que des dimensions des objets (e.g. Edwards, 1988 et 1991b pour le site de Wadi Hamme 27 ; Belfer-Cohen, 1988c pour le site de la grotte d'Hayonim). Nous développerons ici l'exemple d'Hayonim (Belfer-Cohen, 1988c, p.187) : la longueur des outils complets varie de 8.4 et 46 cm, les sections des corps peuvent être ovales à circulaires, irrégulières, triangulaires ou encore rectangulaires (pilons plats), les morphologies des extrémités, appointées, arrondies ou de type percuteur c'est-à-dire irrégulières avec des traces d'impacts profonds et des enlèvements.
- les molettes sont généralement de petite taille, de forme circulaire ou ovale en plan, unifaciales ou bifaciales.
- les meules sont classées comme dalles de broyage ou meules à ensellure selon le creusement de la surface active.

Par ailleurs, presque systématiquement, sont mentionnés dans les séries des objets atypiques, difficilement classables dans une catégorie précise d'artefact et pour lesquels de nouveaux types doivent être créés : par exemple, les "*muller*" de la grotte Hayonim ; les palets de la terrasse d'Hayonim ; les galets présentant des zones d'abrasion et de petites dépressions piquetées ou encore des pièces plates, circulaires à ovales en calcaire avec zones polies ou striées des sites du Négev (Goring-Morris, 1987) ; les bols miniatures de Wadi Hamme 27 (Edwards, 1991b). Certains apparaissent presque spécifiques à un site. Ces objets peuvent être rattachés à l'ensemble du matériel de broyage, percussion, abrasion, lissage. Ils témoignent de la complexité et de la diversité des activités techniques auxquelles participe cet outillage.

Plusieurs éléments de matériel de broyage décorés, plus communément des mortiers et pilons ont été mis au jour. Ils apparaissent plus caractéristiques du Natoufien ancien. Certains mortiers ont été trouvés associés à des sépultures (par exemple sur le site de Nahal Oren, Stekelis et Yizaraeli, 1963 ou encore à El Wad eg. Weinstein-Evron, 1998 p.167). Le réemploi

d'éléments fragmentés comme pierre de construction peut être considéré comme relativement fréquent.

## 1.2.2. Evolution au cours du Natoufien et débuts du Néolithique

Dans son ensemble, le Natoufien représente une étape du développement du matériel de broyage levantin que l'on peut caractériser comme une période de diversification, d'intensification de l'utilisation de ces outils, d'investissement plus important dans leur production. Les décors réalisés sur certains objets, leur association avec des sépultures témoignent de la place particulière de cet outillage dans la symbolique natoufienne.

Etant donnée l'importante variabilité de la composition et de la taille des assemblages natoufiens, il est difficile d'isoler des changements entre Natoufien ancien, récent et final. Une tendance à une augmentation de l'importance de l'outillage plat (meule, molette) par rapport aux formes creuses (pilon, mortier) s'amorçant à la fin du Natoufien, plus marquée au PPNA, est proposée par différents chercheurs.

Selon la synthèse de Wright (1992b, 1994), les meules et molettes sont généralement mieux représentées à la fin du Natoufien qu'au début. L'auteur distingue trois groupes de site pour le Natoufien récent (1992b, p.304) :

- les assemblages dominés par les mortiers et les pilons (représentés uniquement par Mallaha) ;
- ceux où les mortiers réalisés dans la roche encaissante sont abondants (les séries les plus importantes du Négev) ;
- enfin les sites caractérisés par la présence de dalles de broyage (*grinding slab*, surface d'usure plane avec sens de travail latéral) et de molettes (localisés dans la zone aride et dans la vallée du Jourdain).

Goring-Morris (1987, p.361) signale, pour les sites harifiens du Négev l'importance des pierres à cupule réalisées dans le substrat rocheux. Les diamètres des cupules peuvent mesurer jusqu'à dix centimètres, des stries indiquent une utilisation en percussion posée selon un mouvement de va-et-vient. Les pierres à cupule, peu abondantes dans les assemblages épipaléolithiques, deviendraient plus communes à la fin du Natoufien et au PPNA. Samzun (1994) observe pour le site de Hatoula que la prédominance des pilons par rapport aux molettes est un trait caractéristique du Natoufien et du PPNA. Le matériel se diversifie et les meules deviennent plus nombreuses au Sultanien. Nierlé (1983) met en évidence à Mureybet une diversification du matériel de broyage à partir du Néolithique, les pilons et mortiers sont en revanche absents de l'assemblage natoufien ce qui pourrait résulter d'une particularité du site. A Abu Hureyra, dans les niveaux datés de la fin du Natoufien, les formes plates apparaissent abondantes (Moore *et al.*, 2000). Les fouilles récentes effectuées par F. Valla et H. Khalaily dans le niveau Natoufien final du site de Mallaha indiquent une prédominance des outils plats, les mortiers profonds sont très peu représentés (Valla *et al.*, 1999 et 2001). Ceci marque un changement important par rapport aux occupations précédentes. Le Natoufien final est une

période encore trop peu connue pour pouvoir déterminer dans quelles mesures les constats effectués sur ce site sont représentatifs de la période en général.

Si l'on reprend la synthèse de Wright, au PPNA, le pourcentage de sites avec matériel de broyage augmente. Les meules y apparaissent plus fréquentes alors que les mortiers profonds deviennent relativement plus rares (Wright, 1994). La taille des assemblages augmente encore de façon significative au PPNB, des variations régionales apparaissent alors marquées.

## **2. Développement et diversité du matériel de broyage levantin : hypothèses et interprétations proposées**

Différentes hypothèses ont été proposées concernant la fonction du matériel de broyage levantin, les variations synchroniques ou diachroniques de la composition des assemblages. Elles renvoient à trois questions principales : celle de "l'apparition" et du développement de cet outillage, celle du matériel de broyage en tant que témoin indirect de l'exploitation des végétaux ou indicateur de stratégie de mobilité.

### **2.1. Origine et développement de l'outillage de broyage levantin**

Durant la préhistoire, le matériel de broyage se développe tardivement et son essor semble plus particulièrement associé à des contextes de transition entre sociétés de chasseurs-cueilleurs et d'agriculteurs. Les différentes synthèses effectuées attestent cependant de l'ancienneté de cette technologie. Parmi les bilans les plus généraux proposés, mentionnons en particulier celui de Kraybill (1977). L'auteur considère que les activités de travail en percussion lancée diffuse (*pounding*), comprenant le traitement des végétaux, sont attestées sur le site de Makapansgat (Afrique du Sud) pour des niveaux anciens de deux millions d'années et qu'elles précèdent les transformations en percussion posée diffuse (*grinding*) qui intègrent le répertoire des activités techniques vers 49.000 BP. Les travaux de S. de Beaune (1989, 1993b) s'intéressent plus particulièrement au Paléolithique européen. Plusieurs outils indiquent, selon l'auteur, un travail des plantes : meules, molettes, pilons, mortiers. Leur présence est attestée dans différents sites datés du Paléolithique supérieur. Au Proche-Orient, selon les données présentées plus avant, le Natoufien semble marquer un changement important au niveau de la taille des assemblages, de la diversité des types représentés, de l'investissement dans la production des outils. Ces données illustrent aussi un développement graduel de cette technologie depuis le Paléolithique supérieur.

Kraybill (1977), pour le Nouveau Monde, propose un développement des techniques de travail en percussion posée (broyage) à partir de celles, plus anciennes, de travail en percussion lancée (taille, pilage). L'apparition de meules "typiques" refléterait une plus grande importance du travail des graines. Selon Flannery (1969), au Proche-Orient, une technologie préexistante

de broyage employée pour le travail de l'ocre serait par la suite adaptée à la transformation des céréales. Wright (1992b, p.287) favorise cette dernière hypothèse pour les assemblages levantins. Elle distingue trois groupes principaux d'outils, chacun dominant successivement les assemblages selon l'ordre chronologique suivant : les simples percuteurs (période de transition vers le Paléolithique supérieur), les outils de broyage avec résidus d'ocre (dominant au début du Paléolithique supérieur), les outils de broyage sans résidus d'ocre (fin du Paléolithique supérieur). A partir du Kébarien, l'apparition des mortiers typiques serait liée à des changements importants dans la transformation des denrées alimentaires (1992b, p.293). Si l'auteur associe alors le matériel de broyage à l'alimentation, la question d'une transformation de céréales reste ouverte.

## **2.2. Matériel de broyage et exploitation des plantes**

### **2.2.1. Des outils spécialisés pour le travail des végétaux ?**

Le développement du matériel de broyage au Natoufien est généralement considéré comme indiquant la mise en place d'une économie plus dépendante des ressources végétales, en particulier des céréales. Cependant, cette hypothèse n'a pas été démontrée par une étude fonctionnelle des objets archéologiques. Elle repose en définitive sur une généralisation des fonctions traditionnelles connues pour ces outils. Plusieurs contre arguments peuvent être avancés :

- les études ethnologiques documentent des utilisations très diversifiées des outils de broyage comprenant, entre autres, le travail des céréales et d'autres végétaux, mais aussi le broyage ou le travail de l'os, de la viande, de toutes sortes de nourriture (réduction en bouillie pour les personnes âgées ou les enfants), la préparation de colle, le travail de la peau, la préparation de colorants etc. Notons cependant que le traitement des plantes est effectivement une des utilisations les plus répandues des meules, molettes, mortiers et pilons.
- les modes de consommation des plantes ne réclament pas nécessairement un travail de pilage ou de broyage, les végétaux pouvant être consommés crus, râpés, bouillis sans autre préparation nécessaire. Parmi les chasseurs-cueilleurs, certaines populations exploitant peu les ressources végétales, par exemple les esquimaux de Bering Strait, utilisent du matériel de broyage (pilons pour extraire la moelle des os, Nelson, 1983). La subsistance des Indiens de la rivière Fraser (Colombie Britannique, région de Lillooet) repose en revanche sur l'exploitation d'une large gamme de végétaux ; ces populations n'emploient pas d'outils de broyage pour leur préparation (Alexander, 1992 ; Turner, 1992). Ainsi, le matériel de broyage ne peut être considéré comme diagnostique de l'importance des plantes dans l'alimentation d'une population mais éventuellement d'un certain type de traitement préalable à leur consommation. Ce mode de préparation a été en particulier décrit par Stahl (1984, 1989). Il vise à réduire les matières en fragments principalement afin d'éliminer certaines parties indigestes ou d'aider à la désintoxication. Il peut être appliqué à une large gamme de plantes. Selon Wright (1992b, p.54), la consommation des céréales en particulier nécessite

l'élimination de l'enveloppe de la graine qui est fibreuse et gêne l'assimilation des nutriments lors de la digestion.

## 2.2.2. Outils de broyage et traitement des céréales

La transformation des céréales est une hypothèse fonctionnelle fréquemment avancée pour le matériel de broyage natoufien, probablement car elles font partie des premières espèces domestiquées et vont par la suite occuper une place importante dans les économies agricoles. Les céréales sont considérées par certains comme une ressource particulièrement attractive pour les chasseurs-cueilleurs. Ainsi, à partir du moment où les conditions environnementales favorisent leur développement et l'homme possède la technologie nécessaire à leur exploitation, elles feraient tout naturellement l'objet d'une collecte intensive. Différents chercheurs ont remis en question cette hypothèse. Wright (1992, Chap. 2) en particulier, sur la base de données écologiques, ethnologiques et expérimentales. Selon l'auteur, la consommation des céréales réclame au minimum un travail de décorticage qui, associé à celui de la collecte, est particulièrement long. Leur exploitation serait ainsi moins rentable que celle d'autres plantes. L'établissement d'une économie de subsistance dont les céréales représenteraient une des ressources principales ne peut se concevoir que dans le contexte d'une exploitation intensive d'un territoire restreint ou encore d'un mode de vie sédentaire. Durant l'Épipaléolithique levantin, la corrélation observée par Wright (*op. cit.*) entre la présence sur un site de matériel de broyage et de structures construites soutiendrait cette hypothèse.

## 2.2.3. Variations de la composition des assemblages et hypothèses fonctionnelles

La prise en compte de la variabilité inter sites ou diachronique des assemblages a abouti à la proposition d'hypothèses fonctionnelles plus complexes. Plusieurs chercheurs ont ainsi opposé formes creuses (pilons et mortiers) ou plates (meules et molettes) en terme de type de végétaux travaillés : les pilons/mortiers seraient associés au travail des glands, les meules à ensellure à celui des graines.

Selon Goring-Morris (1987), les assemblages des sites du Natoufien récent du Négev, dominés par des pilons/mortiers, refléteraient une exploitation de végétaux de type noix. Le développement des formes plates (pierres à cupule) à la fin du Harifien montrerait une plus grande importance des graines dans l'alimentation à cette période.

Belfer-Cohen (1988c, p.291) considère que les différences de fréquences des outils plats ou creux dans les assemblages revêt probablement une signification chronologique et non strictement fonctionnelle. Elle souligne les implications sociales de cette évolution vers une plus grande importance des meules et molettes qui pourrait refléter le passage d'une organisation fondée sur un groupe étendu à une structure recentrée autour la famille nucléaire.

L'importance relative des formes plates ou creuses reçoit une interprétation différente chez Wright (1994) : elle reprend l'hypothèse émise par Unger-Hamilton (1991) selon laquelle la récolte des céréales serait faite sur des plantes non mures au Natoufien et au PPNA, sur

des plantes matures à partir du PPNB. Selon certaines expérimentations, le travail de pilage (pour le décortilage) de grains non matures réclamerait des mortiers plus "durables" (en pierre) alors que celui des grains matures aurait pu être effectué avec des mortiers en bois. Si l'on admet l'hypothèse d'une utilisation principale de ces outils pour le traitement des céréales, la diminution des mortiers de pierre pourrait donc signifier un remplacement par du matériel en bois. L'augmentation des meules est considérée comme témoignant d'une modification des techniques de transformation et non des types de plantes exploitées (Wright 1992b. et 1994).

Notons pour conclure que différentes études détaillées des assemblages de broyage de la fin du Natoufien attestent de la variabilité des formes dites "plates" (e.g. Nierlé, 1983 ; Moore *et al.*, 2000 ; Valla *et al.* 2001). Elles documentent l'utilisation de différentes techniques de broyage qui pourrait être liée au travail de matériaux divers.

### **2.3. Matériel de broyage et modalités d'implantation sur le territoire**

Différentes études se sont intéressées à l'incidence des modes d'occupation des sites sur la composition des assemblages d'outils de broyage ainsi que la morphologie des objets (e.g. Schlanger, 1991 ; Nelson et Lippmeier, 1993). Généralement lourd et volumineux, cet outillage est souvent considéré comme voyageant peu. Lorsqu'il participe à une économie de chasse et de collecte, comme chez les Aborigènes australiens, le matériel reste en général sur le site correspondant au lieu d'exploitation des végétaux. S'il est destiné à voyager, des outils de plus petites dimensions, "portables", témoignant éventuellement d'un investissement moindre sont alors produits (Nelson et Lippmeier, 1993).

Pour le Natoufien, on estime généralement que les séries importantes sont associées aux sites présentant des structures construites et des sépultures. Ils correspondraient à des établissements permanents ou semi-permanents. Wright (1992b, 1994) teste cette hypothèse et développe un modèle visant à caractériser les comportements de mobilité du Paléolithique supérieur au PPNB que nous présenterons ici. L'auteur donne un inventaire des solutions pouvant être adoptées pour résoudre les problèmes logistiques que pose l'utilisation d'outils de broyage par des populations mobiles : emploi d'outils portables, de pierres aux environs du site, cacher et stocker des outils lourds dans les sites proches des lieux où les plantes sauvages sont exploitées, restreindre la mobilité du groupe. Les données ethnologiques indiquent que les chasseurs-cueilleurs adoptent souvent la solution de cacher les outils. Si les modes de vie des populations archéologiques se rapprochent de ceux documentés chez les chasseurs-collecteurs, on devrait retrouver des concentrations de matériel de broyage dans les sites implantés à proximité des plantes exploitées.

En résumé, la synthèse de Wright atteste dès le Kébarien d'une association entre des outils lourds et investis et des environnements riches en ressources végétales. A partir du Natoufien, les sites avec outils de broyage correspondent à ceux présentant des structures construites, corrélation que l'on retrouve au PPNA. Le Natoufien récent représenterait une exception dans cette tendance générale, attestant d'une réorganisation des stratégies

d'exploitation des territoires. L'étude de Wright rejoint différents modèles présentés précédemment, en particulier sur le statut particulier de la fin du Natoufien. Sa reconstitution plaide en faveur d'une tradition d'exploitation des ressources végétales ancrée dans le Kébarien. Le développement de cet outillage résulterait d'une intensification de l'exploitation des ressources végétales liées à une diminution de la taille des territoires exploités, cette évolution aurait été initiée au Kébarien.

## **2.4. Synthèse et discussion**

Les études effectuées sur le matériel de broyage ont essentiellement été orientées vers la description des assemblages et l'intégration de ces données dans l'élaboration de modèles visant à caractériser les stratégies de subsistance et les modes d'implantation des populations. L'étude exhaustive des assemblages levantins depuis le Paléolithique supérieur jusqu'aux débuts du Néolithique effectuée par Wright (1992a et b, 1994), a permis de tester différentes hypothèses émises concernant l'évolution et la variabilité des assemblages reposant généralement sur des synthèses plus limitées. Parmi ces hypothèses mentionnons en particulier :

- celle d'un développement significatif de cet outillage à partir du Natoufien : l'étude confirme et précise cette hypothèse, en particulier, elle illustre un développement graduel de cette technologie dont les origines seraient à situer au Paléolithique supérieur ;
- celle d'une corrélation entre la présence de matériel de broyage et de structures construites : le Natoufien récent semble faire exception à cette règle ce qui pourrait témoigner d'une spécificité des modes d'exploitation des territoires par rapport aux périodes précédentes et suivantes. Par ailleurs, la synthèse de Wright met en évidence une corrélation jusqu'au Natoufien récent entre environnements riches en ressources végétales et matériel de broyage ;
- celle d'une augmentation de l'importance des formes plates au détriment des formes creuses à la fin du Natoufien. Cette tendance est confirmée par les analyses de l'auteur, cependant une dominance des meules - molettes pourrait être plus caractéristique du PPNB. Par ailleurs, ce constat doit être nuancé par l'importante variabilité de la composition des assemblages au Natoufien.

Cette variabilité est en général interprétée d'un point de vue fonctionnel : diversité des adaptations à des environnements différents, modification des stratégies de mobilité, exploitation de types de plantes différents, évolution des techniques de travail des plantes. Notons qu'elle est rarement comprise comme des choix culturels. Par ailleurs, les différents systèmes d'interprétation proposés reposent généralement sur le présupposé d'une utilisation préférentielle des outils de broyage pour le travail des plantes. Il apparaît nécessaire de développer de nouvelles approches permettant de tester ces hypothèses, de valider ou non, le cas échéant, de préciser ces interprétations.



## 3. Problématique

### 3.1. Différents axes de recherche envisageables

Au terme de ce bilan, deux problématiques principales peuvent être dégagées :

- déterminer les causes et les modalités du développement de cette technologie dont l'origine remonterait selon Wright (1992a et b, 1994) au Paléolithique : en premier lieu il est nécessaire de tester l'hypothèse d'un développement lié à une intensification de l'exploitation des ressources végétales, ensuite, de comprendre la signification de la diversité des types d'outils produits et utilisés au Natoufien. Enfin, il s'agit de déterminer comment s'effectue ce développement de l'outillage de broyage natoufien d'un point de vue technologique, de caractériser les procédés de travail de la pierre, les chaînes opératoires de production, les modes de circulation et de diffusion des matériaux et des outils finis.
- comprendre la variabilité inter-site des assemblages constatée au Natoufien : les hypothèses évoquées sont essentiellement fonctionnelles, ces variations peuvent-elles procéder de choix culturels ?

Répondre à ces différentes questions nécessite une approche fonctionnelle et technologique des outils de broyage.

La problématique fonctionnelle a essentiellement été abordée selon une approche hypothético-déductive. Les modèles proposés sont construits ou testés en étudiant la répartition des sites présentant du matériel de broyage dans les différentes zones environnementales du Levant, la distribution des catégories d'outils au sein de ces zones ou encore leur variation en fonction des types de sites. La nécessité de développer des méthodologies permettant de déterminer les matières travaillées par les outils, les techniques de travail, geste de broyage et les types de produits finis recherchés a été soulignée par de nombreux chercheurs. Différents travaux ont développé une démarche d'étude fondée sur l'analyse détaillée des assemblages permettant de proposer des hypothèses quant au fonctionnement des outils et à leur variation (e.g. Nierlé, 1983 ; Moore *et al.*, 2000 ; Valla *et al.* 2001). Les propositions de Nierlé (*op.cit*) ont récemment été testées par Formenti et Procopiou (1998) à travers la recherche de résidus. Cependant, les études fonctionnelles fondées sur l'analyse directe des outillages telles que la tracéologie ou la recherche de résidus restent rares.

Wright (1992a et b, 1994) a intégré une approche technologique dans sa procédure d'analyse des outils de broyage levantins. Elle permet essentiellement à l'auteur de différencier outils à *posteriori* et outils mis en forme. Elle n'a pas été orientée vers la comparaison des systèmes de production des outils de broyage. Cependant, les données dont nous disposons pour le Natoufien ne permettent probablement pas d'aborder pleinement de telles problématiques. En effet, les sites ne révèlent généralement pas d'indices de production *in situ* et les ateliers de

production ne sont pas connus. Des campagnes de prospection et de détermination des sources de matière première sont donc nécessaires. De tels programmes ont été développés par Weinstein-Evron et collaborateurs (1995, 1999, 2001) pour le basalte. Une approche technologique peut néanmoins être envisagée pour caractériser les dernières phases des chaînes opératoires comprenant utilisation, ravivage, réemploi et abandon. L'intérêt d'une telle démarche peut être illustré par les travaux de Nierlé (1983), elle permet de mieux comprendre la variabilité des formes au sein des assemblages et plus généralement de caractériser la gestion de l'outillage.

### **3.2. Définition d'une problématique**

La problématique de notre recherche s'appuie sur les conceptions actuelles du processus de néolithisation au Proche-Orient, l'état des recherches effectuées sur le Natoufien et le mobilier de pierre levantin.

Le Natoufien est une période clef pour la compréhension des origines et du déroulement du processus de néolithisation au Proche-Orient. Des changements profonds par rapport aux cultures précédentes sont constatés au niveau du développement d'un mode de vie "plus" sédentaire et de l'expression artistique. Au regard des données de la faune, les stratégies de subsistance ne semblent pas connaître de modifications importantes. Les modes d'exploitation des ressources végétales sont mal connus. Or, leur caractérisation apparaît essentielle pour la reconstitution des étapes jalonnant le développement des sociétés sédentaires et agricoles au Proche-Orient. Les débats portent en particulier sur l'apparition des premières pratiques agricoles :

- l'hypothèse la plus fréquemment proposée est celle d'une augmentation de l'importance des ressources végétales sauvages dans l'alimentation au Natoufien. Ceci serait lié au développement d'un mode de vie sédentaire impliquant l'exploitation intensive de territoires restreints. Selon les auteurs, les débuts d'une domestication des plantes sont placés à la fin du Natoufien ou aux périodes suivantes.
- les découvertes effectuées sur le site d'Abu Hureyra apportent de nouveaux arguments favorisant l'hypothèse, depuis longtemps abandonnée, d'une pratique de l'agriculture durant le Natoufien. Plus encore, Moore *et al.* (2000) proposent de repousser les débuts de l'agriculture à des périodes antérieures, les plantes cultivées représenteraient déjà à cette époque une composante importante de l'alimentation.

Les découvertes d'Abu Hureyra apparaissent isolées dans le paysage archéologique. En effet, les macro-restes végétaux sont généralement peu préservés. Les problèmes de conservation différentielle n'autorisent pas de reconstitution, à partir de ces données, des comportements d'exploitation des ressources végétales, une évaluation de leur importance économique. Les preuves indirectes apparaissent donc particulièrement importantes. Elles comprennent :

- l'identification d'espèces adventistes ;
- les études des restes humains visant à caractériser le régime alimentaire des populations ;

- les vestiges des cultures matérielles, en particulier, les outils de récoltes et de traitement préalable à la consommation des plantes.

L'étude de ces derniers permet d'envisager une reconstitution des techniques et procédés de manipulation des plantes, une évaluation de leur place au sein des systèmes techniques, économiques et symboliques des populations.

Les données actuelles concernant l'outillage natoufien lié au système d'exploitation des plantes peuvent être résumées comme suit :

- les outils de récolte, éléments et manches de faucille, deviennent plus nombreux dans les assemblages natoufiens. Les analyses tracéologiques des outils en silex ont été orientées vers la détermination des modes de récolte. Les résultats en sont discutés : possibilité de déterminer le stade de maturité auquel elle est effectuée, d'attester d'une récolte sur sol travaillé. Les éléments de faucille restent peu représentés dans les séries si bien que du point de vu de certains tracéologues, les assemblages natoufiens apparaissent proches de ceux des populations de chasseurs-cueilleurs du Tardiglaciaire européen ;
- les outils de broyage se développent de façon significative, ceci marque une réelle rupture par rapport aux cultures précédentes. L'association effectuée entre cet outillage et le broyage des végétaux est en partie fondée eu égard au mode d'utilisation dominant, documenté pour la plupart des peuples de chasseurs-cueilleurs, d'horticulteurs et d'agriculteurs actuels ou sub-actuels. Cependant, les données ethnologiques attestent aussi de la diversité des matériaux transformés par cet outillage. Pour le matériel archéologique, cette hypothèse fonctionnelle n'a pas été démontrée. Elle ne permet pas d'expliquer la diversité des formes utilisées, les variations inter-sites ou diachroniques de la composition des assemblages.

***Ainsi, l'intégration de cet outillage dans la reconstitution des modes d'exploitation des ressources végétales nécessite :***

- de démontrer qu'il participe au système d'exploitation des plantes et plus particulièrement que son développement au Natoufien indique une augmentation de l'importance des ressources végétales dans l'alimentation ;
- le cas échéant, il est nécessaire de déterminer les types de végétaux exploités (céréales ou autres), d'évaluer leur importance relative, de déterminer si les plantes broyées sont sauvages ou domestiques ;
- afin de tester l'hypothèse avancée par Moore *et al.* (2000) d'une alimentation reposant en grande partie sur la consommation de plantes cultivées (économie de production), il est nécessaire de démontrer que les systèmes techniques liés à l'exploitation des végétaux peuvent produire des quantités assurant une base de subsistance pour les populations . Cela implique : - d'évaluer la taille des groupes natoufiens ; - d'estimer les rendements de production en fonction du type de ressource exploité et des modes de traitement utilisés (chaîne opératoire complète de transformation de la ressource).

Nous nous attacherons dans ce travail à la première question évoquée qui apparaît préliminaire aux autres. Afin de définir notre démarche d'analyse, nous ferons le point dans la

partie suivante sur les méthodologies développées concernant l'étude fonctionnelle des outils de broyage

## **Partie II.**

**Recherches méthodologiques : études  
fonctionnelles du matériel de broyage,  
un état de la question**

Avant de détailler les recherches effectuées dans ce domaine, nous ferons le point sur la problématique elle-même, en nous demandant à quelles questions une analyse fonctionnelle tend à répondre et sur quelles données elle peut se fonder.

Si l'on reprend la définition de la notion de fonction donnée par Sigaut (1991) et les principes de classification des gestes de percussion de Leroi-Gourhan, An. (1971), déterminer la fonction d'un outil de broyage revient à :

- *déterminer le fonctionnement de l'outil* : c'est-à-dire définir comment il est utilisé. Ceci comprend notamment, en reprenant Leroi-Gourhan, An. (1971) le mode de préhension, de contact avec la matière travaillée, le sens du travail (mouvement de va-et-vient, circulaire, aléatoire).

Dans le cas d'un outil de broyage, le fonctionnement peut être caractérisé par :

- le caractère actif ou passif de l'outil ;
- le mode de percussion : lancée, posée, combinaison des deux ;
- la direction du geste et son incidence sur la matière : mouvement de va-et-vient, circulaire, aléatoire, incidence oblique, perpendiculaire ou parallèle.

Nous y ajouterons le type de préhension (une ou deux mains), la position du corps, l'éventuelle utilisation d'aménagement(s) annexe(s) pouvant intervenir dans les moyens de préhension, le maintien de la pièce passive, la récolte du produit fini.

- *déterminer le type de matière travaillée* : outre l'identification de la matière, le caractère spécialisé ou plurifonctionnel de l'outil, il s'agit aussi de définir dans quel état la matière est travaillée, s'il y a utilisation ou non d'adjuvant.
- *déterminer la fonction de l'outil* : selon Sigaut (1991), déterminer la fonction d'un outil nécessite non seulement de définir son fonctionnement et la matière travaillée mais aussi le contexte socio-économique de l'utilisation (quand, par qui, pour qui et pourquoi).

Dans l'ensemble des caractéristiques intrinsèques et extrinsèques de l'objet, différentes données peuvent être utilisées pour diagnostiquer la fonction de celui-ci :

- *caractéristiques extrinsèques* : les données de la répartition spatiale des vestiges en particulier peuvent apporter des éléments pour déterminer un contexte d'utilisation (disposition de l'outil lors de son usage, recours à des aménagements annexes, cadre social, e.g. Bartlett, 1933 ; Wright, 2000), ainsi que l'histoire de l'objet (réemploi - recyclage) (e.g. Horne, 1983) ;
- *caractéristiques intrinsèques* : roches employées, formes, traces d'usure, et résidus de matière travaillée sont plus généralement étudiés afin de diagnostiquer fonctionnement et matière travaillée.

Les recherches développées récemment favorisent la prise en compte de l'ensemble de ces données pour établir une hypothèse fonctionnelle (e.g. Procopiou, 1998). Nous détaillerons dans cette partie les approches développées pour l'étude de chacune des caractéristiques intrinsèques mentionnées : formes et matières premières, traces d'usure et résidus.

# **Chapitre 1. L'analyse des formes et des matières premières**

Comme a pu l'illustrer l'exemple des recherches effectuées sur le Levant, une grande partie des études du matériel de broyage s'est essentiellement attachée à une description et une classification des outils. L'élaboration d'hypothèses fonctionnelles à partir de l'analyse des formes parfois corrélée à celle des matières premières est l'approche qui a été la plus développée et qui connaît la plus longue histoire de recherche. Cependant, cette démarche est rejetée par certains. Ces débats renvoient à deux questions fondamentales :

- comment appréhender l'étude des formes pour le matériel de broyage ?
- l'analyse des formes et des matières premières peut-elle fonder la proposition d'hypothèses fonctionnelles pour cet outillage ?

Nous ferons le point dans un premier temps sur les différents procédés de description et de caractérisation des formes proposés. Nous confronterons ensuite les principes utilisés dans différentes études archéologiques pour interpréter formes et matières premières en terme de fonction des outils aux données ethnologiques.

## **1. Approches archéologiques et apport des données ethnologiques**

### **1.1. Approches archéologiques**

#### **1.1.1. Décrire la variabilité des formes**

L'approche typologique ou classificatoire est généralement adoptée en Préhistoire pour décrire et comparer les artefacts produits par l'homme. Comme ceci a été souligné dès les premières études spécialisées (e.g. Curwen 1937, 1941), il existe pour le matériel de broyage un foisonnement de procédés de description et de classification. Aujourd'hui la situation est telle que chaque étude génère pratiquement son propre système. Ceci reflète les difficultés posées par l'étude des formes et leur classification. Ces difficultés sont en partie inhérentes à certaines caractéristiques de cet outillage :

- d'une part la notion d'outil recouvre, dans le cas du matériel de broyage, des outils dits à *posteriori*, blocs ou galets utilisés, ainsi que des objets transformés. La diversité des formes résulte donc en partie des modes d'exploitation des roches et de leur morphologie ;

- d'autre part, il y a une évolution de la morphologie de l'outil au cours de l'utilisation liée à l'usure des pièces, aux processus de ravivage et recyclage. Certaines variations morphologiques ne témoignent donc pas de la présence de type d'outils différents.

Ces caractéristiques incitent à envisager l'étude des formes dans une perspective dynamique, à les considérer comme le résultat des processus de production, d'utilisation et d'abandon des objets. Dans l'ensemble des systèmes de description et classification proposés, deux tendances principales peuvent être opposées :

- partant du principe que la morphologie de l'outil dépend principalement de son utilisation, certains proposent d'adopter une classification fonctionnelle des objets : les outils sont classés selon des critères morphologiques qui paraissent pertinents du point de vue fonctionnel, ils sont en général hiérarchisés (e.g. Kraybill, 1977 ; Riddell et Pritchard, 1971 ; Voigt, 1983). Par ailleurs, dans le système proposé par Riddell et Pritchard (*op. cit.*), la signification fonctionnelle de la classification est établie en étudiant les corrélations entre les types d'outils définis et les matières premières ;

- d'autres s'opposent à une classification fonctionnelle, et privilégient une description et classification purement formelle ou encore une typologie prenant en compte différents stades de transformation de l'outil. Wright (1992a et b) par exemple considère que la détermination de la fonction des objets nécessite des analyses tracéologiques et/ou la recherche de résidus. Une typologie du matériel de broyage doit être avant tout fondée sur une approche technologique : l'objet est considéré comme représentant une étape, un stade dans une séquence générale de "réduction". La classification proposée par Procopiou (1998) est une des rares à se réclamer morpho-fonctionnelle. Elle peut être considérée comme la conclusion d'une étude technologique des pièces dans laquelle les objets sont classés en fonction de leur degré d'élaboration. Les attributs décrivant la morphologie des surfaces actives sont rejetés, ils sont considérés comme liés au degré d'usure de la pièce.

Généralement, on remarque une tendance dans l'école française à se rattacher au système de classification des gestes de percussion de Leroi-Gourhan, An. (1971) (e.g. Nierlé, 1983 ; de Beaune, 1989). Ces démarches peuvent être rapprochées des "typologies fonctionnelles" car elles établissent un lien entre la morphologie de la pièce et les gestes d'utilisation de celle-ci, son fonctionnement. Le système de Leroi-Gourhan a été complété par différents auteurs (e.g. Laming Empaire *in* de Beaune, 1989 ; Nierlé, 1983) en y ajoutant une différenciation entre outil actif et passif, en précisant la liste des gestes d'utilisation.

Selon Gopher et Orelle (1995), le mélange d'attributs formels, fonctionnels et technologiques pose problème dans la définition de listes typologiques, les deux derniers champs n'étant pas nécessairement maîtrisés étant donné le manque de référentiel. Ils proposent l'utilisation d'une typologie uniquement formelle complétée d'une étude détaillée de chaque objet pour l'analyse des aspects fonctionnels et technologiques. On retrouve dans un certain nombre de travaux, en complément du système classificatoire, une étude des objets selon différents critères non pris en compte dans une typologie. Nierlé par exemple (1983) utilise le système de Leroi-Gourhan, An. (1971) afin de différencier des grandes catégories d'outils, les variations morphologiques à l'intérieur de ces types sont abordées par l'étude de différents attributs.



Les approches proposées diffèrent aussi dans leurs objectifs : selon les auteurs l'exercice vise essentiellement à décrire et comparer des collections, pour d'autres il fonde une étude fonctionnelle de l'outillage. Nous détaillerons dans la partie suivante les différents systèmes d'interprétation fonctionnelle des morphologies mis en œuvre.

## 1.1.2. Différents systèmes d'interprétation fonctionnelle

Nous écartons ici les études établissant un lien direct entre le matériel de broyage (tous types d'outils) et une fonction précise telle que le travail des végétaux. Aujourd'hui très fortement remise en cause, cette interprétation découle, comme nous l'avons discuté dans la partie précédente, d'une généralisation de certaines données historiques ou ethnologiques. Les présupposés employés sont par exemple explicités par Carter (1977 p.696) : "*The problem is to determine, if possible, the predominant earliest use, for ethnological studies show that metates are used primarily for preparing vegetable foods and secondarily for all other purposes; this is true among the seed gatherers as well as the agriculturists. If we were to judge the past by the present, we would have to conclude that metates were primarily for grinding seeds.*".

Parmi les autres systèmes de raisonnement mis en œuvre, deux approches peuvent être distinguées.

### 1.1.2.1. Etablissement d'un lien entre forme et fonctionnement de l'outil

Nous pouvons considérer que l'on utilise ce raisonnement lorsque que l'on applique la classification en fonction des modes de percussion de Leroi-Gourhan, An. (1971). On a pu ainsi associer certains outils à des modes d'utilisation ceci principalement en se fondant sur des données ethnologiques.

Les études du matériel de broyage natoufien en donnent un exemple par l'opposition effectuée entre formes plates (meule – molette) et creuses (mortier – pilon). Les différentes morphologies sont rattachées à certains gestes de broyage qui eux même induisent des produits finis ou moutures différents. Ces gestes ou moutures sont alors considérés comme plus appropriés ou recherchés pour le travail de certaines matières : dans le cas présent, broyage de noix dans des mortiers et de graines sur des meules. Kraybill (1977) définit ainsi le processus de "*milling*" comme incluant deux opérations majeures : le pilage "*pounding*" et le broyage "*grinding*". Le pilage est associé aux outils de type mortiers, pilons, pierres à cupule et le broyage aux outils de type meule/molette. Ces techniques de travail entraînent la production de moutures différentes, plus fines dans le cas du broyage. Selon l'auteur, le pilage dans un mortier de noix ou de graines ne permet pas seulement une séparation entre l'enveloppe ou la coque et le fruit mais réduit aussi ce dernier en une texture grossière appropriée à la confection de "sauces" ou de porridge.

Ces raisonnements ont aussi été appliqués pour l'étude des variations morphologiques à l'intérieur d'une même catégorie d'outil. Ici encore, des techniques de broyage diverses sont mises en évidence (e.g. Nierlé, 1983) qui peuvent être reliées au travail de matières différentes (e.g. Riddell et Pritchard, 1971, en croisant les données morphologiques à celles des matières premières).

### 1.1.2.2. Approches par modélisation

Elles ont surtout été développées par les chercheurs travaillant sur le Nouveau Monde afin d'expliquer l'évolution morphologique des outils de broyage constatée dans les séries archéologiques (pour un historique des ces recherches voir Diehl, 1996 et Adams, 1999). Principalement à partir de données ethnologiques et expérimentales, un modèle est établi reliant l'apparition de molettes de grandes tailles et de meules ouvertes (*through quern*) à des systèmes de subsistance devenant plus dépendant des ressources agricoles. Les expérimentations décrites par Mauldin (1993) attestent en effet d'une corrélation forte entre les dimensions des surfaces actives et le rendement du travail de broyage. Stone (1994) résume par le tableau suivant (tableau 7) les modèles d'interprétation mis en place.

Type d'outil	Matière végétale travaillée	Matériau de l'outil	Geste de broyage
meules à ensellure et petites molettes rondes	graines petites et dures	roches non poreuses et peu rugueuses	percussion lancée et posée selon un mouvement circulaire
meules ouvertes, dalles de broyage et grandes molettes	graines de grande taille (domestiques)	matières rugueuses ou poreuses de type basalte, rhyolite	percussion posée, mouvement de va-et-vient

tableau 7 : modèle d'interprétation des variations des formes et matières premières du matériel de broyage archéologique du Sud Ouest des Etats-Unis, d'après T. Stone (1994, p.682)

Ces approches ont fait l'objet de différentes critiques : selon Adams (1999), les variations morphologiques des outils ne sont pas liées à un changement des modes d'approvisionnement en ressources végétales mais plutôt de leur processus de transformation. Stone (1994) souligne pour sa part que le problème de la disponibilité en matière première est sous-estimé, l'incidence de ce paramètre sur le choix des matériaux et les dimensions des outils peut biaiser le modèle.

### 1.1.2.3. Discussion : forme, fonctionnement et fonction

Le principe d'interprétation reliant forme et fonctionnement des outils utilisé dans la plupart de ces travaux, ne nous semble pas à remettre en question. A la suite de Sigaut (1991), nous pouvons considérer que s'il n'y a pas de lien direct entre forme et fonction, celui-ci existe médiatisé par le fonctionnement. La morphologie des outils, de leurs parties actives et non actives, fixe le registre des possibles à partir de l'analyse de sa structure. Décrire le fonctionnement d'un outil constitue une première étape dans la compréhension de sa fonction.

Cependant, la signification fonctionnelle des différents attributs morphologiques ne fait pas l'objet de consensus. Par ailleurs, les hypothèses proposées sont plus ou moins audacieuses et peuvent aller jusqu'à relier un mode de fonctionnement à une matière travaillée. En nous fondant sur différentes études ethnologiques, nous chercherons à préciser dans la partie suivante quels peuvent être les liens entre les formes, les matières premières, le fonctionnement des outils et les différentes matières d'œuvre.

## **1.2. L'apport des données ethnologiques**

Ce bilan n'est pas exhaustif, mais reprend quelques exemples bien documentés de peuples de chasseurs-cueilleurs et d'agriculteurs. Nous nous intéresserons dans un premier temps à l'opposition entre formes creuses et formes plates puis au couple meule-molette.

### **1.2.1. Formes creuses et formes plates**

#### **1.2.1.1. Diversité des matières travaillées par les deux couples d'outil**

Plusieurs études ethnologiques attestent de la diversité des matières travaillées par les couples mortiers/pilons et meules/molettes (pour les premiers, voir par exemple Lee, 1979 p. 153 et Peterson, 1968). Il apparaît difficile d'associer une gamme de matière à l'un des deux couples d'outil. Mortiers et pilons sont souvent considérés comme étant plus efficaces pour le traitement de "graines dures" ou de fruits à coque résistante, cependant l'utilisation de meules et percuteurs pour ce travail est attestée chez différentes populations (e.g. Steward, 1934 ; Boshier, 1965).

#### **1.2.1.2. Des exemples de répartition des tâches**

Lorsque les assemblages comprennent meules - molettes et mortiers - pilons, comme par exemple chez quelques peuples aborigènes australiens (Smith, 1985, Mc Carthy, 1941), certains groupes indiens de Californie (Kroeber, 1925) ou encore chez les Navaho (Kluckhohn *et al*, 1971), on remarque une tendance à une répartition des rôles. Chez les Aborigènes australiens, les mortiers/pilons sont généralement employés pour le travail des noix ou de graines "dures" (graines d'acacia) et les meules/molettes pour celui des céréales et autres graines "tendres". Chez les Navaho, les mortiers sont plus fréquemment employés pour le travail de la viande et de minéraux, les meules pour le broyage du maïs et d'autres végétaux. Les Indiens Modoc de Californie utilisent des mortiers et pilons de petites tailles pour le broyage de viande et de poisson, les meules et molettes sont majoritairement employées pour briser les coques des graines de *wokas*. Les Modoc n'exploitent pas les glands comme la plupart des autres peuples indiens de Californie, pour ces derniers la répartition des tâches comprend généralement le travail de graines "sèches" sur des meules et de glands avec un mortier.

Une utilisation différentielle des meules et mortiers se retrouve chez différents peuples pasteurs du Moyen-Orient. Elle recouvre en fait une opposition entre broyage manuel et mécanique : chez les pasteurs nomades des parties méridionales des chaînes du Zagros (Iran), la production de farine de blé est réalisée avec des moulins à eau, des petits mortiers portables sont employés en usage domestique notamment pour le broyage de glands (Digard, 1981).

### 1.2.1.3. Une perspective diachronique

Kroeber (1925, p.413) considère que les mortiers sur blocs ou aménagés dans le substrat rocheux devaient dominer à l'origine en Californie, la meule arrive ensuite et se répand probablement à partir du Sud-Ouest de la région mais ne pénètre pas sur la côte Nord. Le mortier est alors remplacé chez différents peuples par des dalles de broyage utilisées avec des paniers "*hopper*" servant à contenir la matière lors des opérations de pilage. La fonction même du mortier est parfois oubliée et certains indiens interrogés par Kroeber (*op. cit*) les identifient comme des récipients servant à la cuisson. Wallace (1971) constate pour sa part une prédominance des meules puis des pilons dans les séries archéologiques de la côte sud de la Californie. Olson (1971) remarque la même tendance dans la région de Santa Barbara.

### 1.2.1.4. Bilan

En conclusion, la dichotomie entre forme plate et creuse ne semble fondée qu'au sein d'un "kit d'outillage" comprenant les deux couples d'outil. Dans ce contexte et si l'on s'en tient aux denrées végétales, les formes plates sont plus généralement employées pour le travail de graines "tendres" ou "sèches" et les formes creuses de noix, fruits à coques, graines dures ou contenant des matières grasses. Les deux couples peuvent aussi intervenir dans la transformation de matières animales ou minérales. Les recherches effectuées sur les Indiens de Californie adoptant une perspective diachronique donnent une image plus complexe des relations meules - mortiers. Ces outils peuvent alors apparaître comme interchangeables. A notre avis, plus qu'un changement dans les types de matières travaillées, les variations dans l'importance relative des formes plates ou creuses indiquent une modification des techniques de broyage et des modes d'exploitation des matières ou encore des choix culturels.

## 1.2.2. Le couple meule/molette

Nous nous intéresserons ici aux variations morphologiques au sein d'une catégorie d'outil à travers l'exemple des meules et des molettes chez différents peuples de chasseurs-cueilleurs et d'agriculteurs.

### 1.2.2.1. Des exemples chez les chasseurs-cueilleurs

Nous traiterons essentiellement des chasseurs-cueilleurs aborigènes australiens car l'exemple est particulièrement documenté. Les présentations du matériel de broyage australien insistent en général sur la plurifonctionnalité des meules et des molettes. Les auteurs décrivent la variété des matériaux traités, des formes d'outil mais peu proposent une étude des variations des caractéristiques morphologiques des objets en fonction de leur utilisation. Gould *et al.* (1971) s'intéressent aux Aborigènes du *Western Desert* qui utilisent comme outils de broyage des blocs naturels non mis en forme. Ils mentionnent la présence d'outils spécialisés pour le groupe des molettes uniquement. Ils constatent que les utilisations spécifiques des molettes laissent des traces d'usure caractéristiques à un niveau

macroscopique : le traitement des graines de *kampurarpa* (*Solanum* sp.) entraîne la formation d'une surface d'usure convexe tandis que celui des graines de *kalpari* (*Chenopodium rhadinostachyum*) provoque un aplanissement de la surface d'usure. Cette différence résulte du mouvement effectué lors du travail de mouture, les deux types de molettes travaillant sur des meules planes. Davidson et McCarthy (1957) décrivent aussi chez les peuples de l'Ouest de l'Australie une variabilité des surfaces d'usure des molettes ; elle résulte selon eux de la morphologie de la surface active de l'outil passif associé. Cependant, les auteurs insistent sur la plurifonctionnalité des outils et n'évoquent pas la présence d'outils réservés à des utilisations particulières.

Ceci s'oppose aux données de Cane (1989, pour la région du *Western Desert*), de O'Connell (1977, pour le centre de l'Australie) et de Smith (1985, 1988, 1989, aussi pour la région centrale) qui mentionnent des outils de broyage spécialisés pour la mouture des graines. Selon les données de Smith (1988), il s'agit de meules et de molettes se distinguant du reste de l'assemblage par leur forme générale (elles sont mises en forme contrairement au reste), la morphologie et la disposition des surfaces d'usure, la présence éventuelle de traces de ravivage. L'auteur distingue les dalles façonnées présentant des sillons d'usure typiques correspondant aux meules à grains, des dalles de morphologie irrégulière, non mises en forme, utilisées pour le broyage d'autres matières (Smith, 1985). On retrouve cette distinction entre meule mise en forme ou non dans d'autres travaux (e.g. Davidson et Mc Carthy 1957).

Plusieurs chercheurs constatent donc chez différents peuples aborigènes australiens, l'utilisation d'outils spécialisés identifiables par certaines caractéristiques morphologiques. Ceci est aussi documenté pour d'autres groupes de chasseurs-cueilleurs dont la subsistance repose en grande partie sur l'exploitation de végétaux tels que les Indiens de Californie (Kroeber, 1925). Chez les MODOCS par exemple, il existe deux sortes de meules et de molettes, un des couples est utilisé pour briser les coques des noix de *wokas*, le second pour le broyage des autres graines consommées. Une spécialisation d'un type distinct de meule/molette est aussi mentionnée pour les Chumash et les Cupeño et les Luiseño.

Ces études illustrent la présence, chez certains peuples de chasseurs-cueilleurs, d'outils spécialisés se démarquant du reste de l'assemblage par leur forme générale et/ou la morphologie de leur(s) surface(s) active(s). Elles démontrent l'existence, dans certains contextes, d'assemblages structurés, composés d'outils spécialisés et plurifonctionnels. Ceci semble être encore plus marqué chez les peuples d'agriculteurs.

### 1.2.2.2. Des exemples chez les agriculteurs

Nous présenterons plus particulièrement deux recherches traitant du problème qui nous intéresse : celle de Roux (1986) portant sur le village de Tichitt (Mauritanie) et celle de Hayden (1987) effectuée dans les montagnes du Guatemala.

#### *Le matériel de broyage de Tichitt*

Roux (*op.cit*) met en évidence plusieurs critères permettant de différencier les meules, molettes et broyeurs utilisés pour moudre le blé, piler des noyaux de dattes, réduire en poudre le tabac et l'encens, le travail du cuir et des végétaux dans les opérations de vannerie. Le

tableau 8 présente un résumé des données de cette étude concernant la classe des percutants. La planche 10 (1) en donne quelques illustrations. En général, pour les percutants et répercutants, une différenciation peut être établie en fonction de la forme générale, des dimensions, de la morphologie ou de certaines caractéristiques des surfaces d'usure (par exemple présence de traces de ravivage).

Type d'outil	Description	Fonction et fonctionnement	Répercutant associé	Type d'usure décrite par l'auteur	Remarques
<i>Broyeur</i>	Les parties actives sont les grandes faces, sections variables (circulaires, triangulaires ou ovales) et longueur dépendant de la largeur de la meule.	Moudre le blé, travail en percussion posée oblique diffuse.	Meules à grains : meules planes ou légèrement concaves	L'usure entraîne un aplanissement de la face, ravivage fréquent par martelage.	
<i>Molette pour concasser les noyaux de date</i>	Travail sur les extrémités, faces d'usure planes ou convexes	Pilage des noyaux de datte. Percussion lancée perpendiculaire diffuse	Pierres à piler les noyaux de dattes : anciens mortiers ou meules avec dépressions circulaires piquetées	Traces de piquetage dues à l'utilisation	Ces molettes sont toutes des réemplois d'anciennes molettes d'un autre type
<i>Molette à végétaux</i>	Travail sur les faces ou les extrémités, dimensions ramassées, section subrectangulaire ou circulaire, dimensions des faces à peu près égales.	Réduire en poudre le tabac et l'encens. Percussion posée oblique diffuse	Meules de section plano-convexe ou concave-convexe de petites dimensions de forme allongée ou circulaire.	Poli prononcé dû à l'usure, pas de ravivage.	Peut servir de martelage pour la viande.
<i>Molette de corroyage</i>	Haches ou préformes collectées sur un site Néolithique voisin	Travail du cuir (lissage) et de végétaux (aplanissement) dans les opérations de vannerie. Percussion oblique posée diffuse et lancée diffuse	Pas de répercutant associé.	Lustre prononcé	

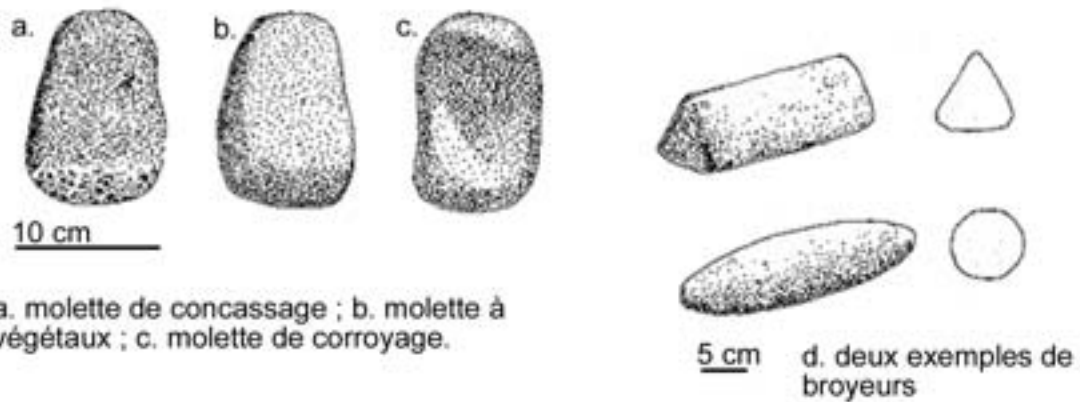
tableau 8 : les différents types de percutant utilisés dans le village de Tichitt en Mauritanie, d'après les données de Roux (1986).

### *Etude ethnoarchéologique des Mayas des montagnes du Guatemala*

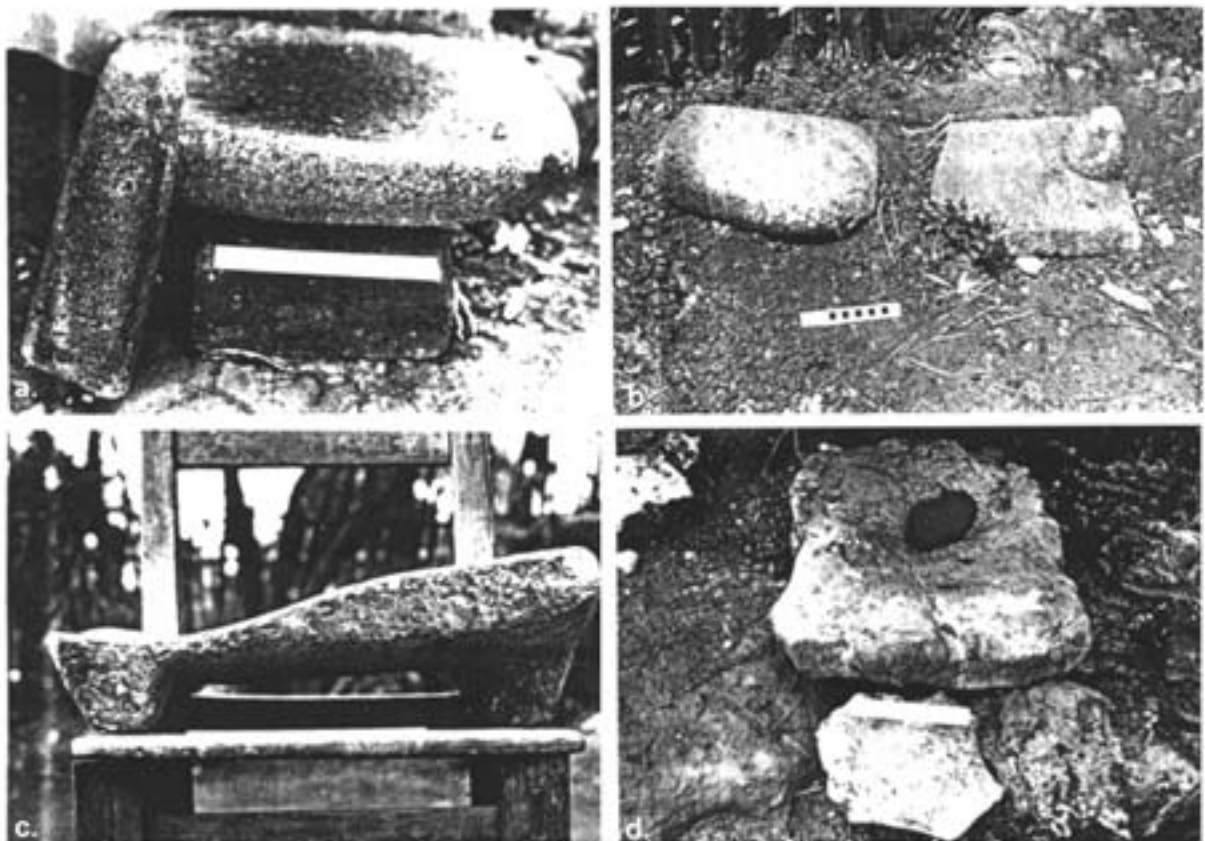
Chez les Maya des montagnes du Guatemala, les outils sont produits par des spécialistes et diffusés de façon commerciale (Hayden, 1987). Ceci implique une certaine standardisation, au moins pour les meules et molettes destinées à la mouture du maïs (Hayden, *op.cit* p.187-188).

# Planche 10

## 1. Les répercutants de Tichitt, d'après Roux (1986)



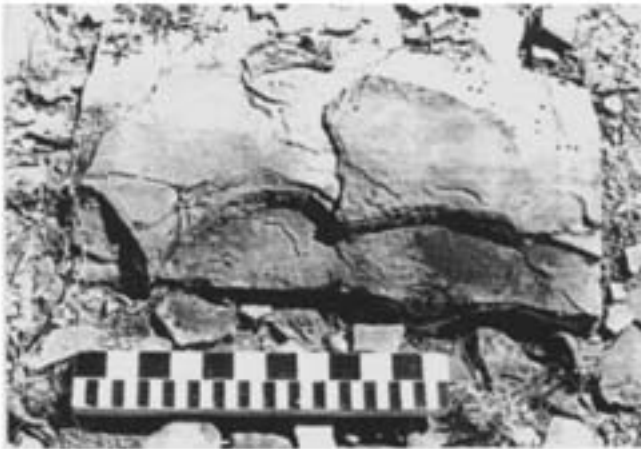
## 2. Exemples de meules utilisées par les Maya du Guatemala, d'après Hayden (1987)



a. meule à broyer le café ; b. meule pour broyer de la calcite ; c. meule à maïs ; d. pierre à laver.

Planche 10 : deux exemples d'étude ethnoarchéologique de matériel de broyage

1. D'après Mc Bryde (1997) : exemple d'atelier de production de meule en Australie



a. préforme obtenue en exploitant les plans de clivage de la roche



b. préforme obtenue par enlèvements bifaciaux

2. D'après Roubet (1990) : atelier de taille de Wadi Kubbaniya



à gauche meule ovale ;  
à droite, éclats remontant sur  
une meule ovale





Type de travail	Percuteur passif	Percuteur actif
<i>Broyage du maïs</i>	Meule à trois pieds	Molette de forme allongée et de section circulaire, rappelant un pilon, entièrement mise en forme
<i>Broyage de calcite</i>	Taille plus petite que les meules à maïs, forme variable, en roche locale, souvent large, peu modifiée et présentant parfois une surface active de section concave	Plus petits que les molettes utilisées pour le broyage du maïs, recyclage fréquent de fragment de matériel de broyage
<i>Broyage du café, du cacao et des épices</i>	Roche locale peu poreuse, peu modifiée, généralement dalle plane. Forme de type meule de broyage du maïs de plus petite taille et en roche moins poreuse.	non précisé
<i>Broyage du sel</i>	Recyclage ou meule de type broyage du maïs "miniatures"	non précisé
<sup>16</sup> <i>Concassage des blocs de sucre</i>	Bloc non transformé ou fragment de meule	couteau, maillet, fragment de molette
<i>Concassage des racines de Cyclanthera langaei (fabrication de savon)</i>	Dalle plane non modifiée, large, en calcaire ou basalte. Son utilisation n'est jamais associée avec le broyage de denrées consommables.	Galet non modifié
<i>Nettoyage des habits</i>	Dalle non modifiée, surface plane, roche locale dure.	non précisé
<i>Concassage d'herbes</i>	Utilisation fréquente de "pierre à laver" pour la préparation d'herbes ou de matières animales à des fins médicinales. Bloc de roche locale non modifié. Son utilisation n'est jamais associée avec le broyage de denrées consommables	Galet ou fragments de molette à maïs
<i>Décorticage du blé</i>	Bloc à surface plane, roche locale non modifiée	non précisé
<i>Broyage des piments</i>	Meule à ensellure	non précisé

tableau 9 : les différents types de répercutants et percutants utilisés par les Maya des montagnes du Guatemala, d'après les données de Hayden (1987).

L'auteur note que ces outils sont aussi employés pour le décorticage du blé, le broyage du café, du sucre, du cacao, des pigments, des épices, des piments, des végétaux ainsi que d'autres matières (quelques exemples sont donnés sur la planche 10 (2)). Il précise que "*In many cases, the metates used for grinding these other materials have notably different sizes and shapes and are made of distinctive stone type*" (Hayden, *op.cit* p.188). Le tableau 9 présente pour chaque type d'utilisation, la description des outils donnée par l'auteur. Quelques illustrations sont données dans la planche 10. En ce qui concerne les meules, presque toutes peuvent être des recyclages de meules à maïs, les descriptions présentées ici correspondent aux outils produits spécifiquement pour l'utilisation mentionnée.

Horsfall (1987) donne des précisions sur ce point et propose une synthèse fondée sur l'étude des villages de San Mateo Ixtatan (Guatemala), d'Aguacatenango (Mexique) et les données de Ramon Ramos (l'artisan auprès duquel Hayden a réalisé son enquête). L'auteur remarque que

<sup>16</sup> les termes de "broyage" et "concassage" sont proposés ici pour traduire la différence faite par l'auteur entre "grinding" et "pounding"

(p.332) "*Functional variation does exist and, to some extent, covaries with material and form*".

- le choix des roches est en partie effectué en fonction de critères fonctionnels. Horsfall (*op. cit*) souligne notamment que les variations de texture est un des moyens les plus communs de contrôler la finesse de la mouture.
- en ce qui concerne les formes, plusieurs contraintes interviennent, les principales étant de nature socio-économique (recherche d'efficacité dans le travail effectué selon une relation coût/bénéfice). Pour les meules, elles s'expriment de deux façons (p.347) : - l'inclinaison de la surface active - les variations dans les dimensions des surfaces actives. Il existe une relation entre la taille de la surface active et la fonction de la meule reflétant les quantités travaillées ou la fréquence du broyage de la matière. La nécessité de maintenir la substance au cours du broyage sur la surface active, le système d'évacuation de la mouture, peuvent aussi imposer des aménagements spécifiques.

Cependant, les relations entre contraintes fonctionnelles et morphologie ne sont pas directes dans le sens où à une contrainte donnée il peut correspondre plusieurs réponses ou adaptation de la morphologie de la meule. Si l'on recherche par exemple des surfaces actives inclinées, il est possible de produire une meule adaptée en donnant un pendage à la table de travail, en aménageant des pieds ou d'utiliser un système de calage.

Kluckhohn *et al.* (1971) signalent aussi chez les Navaho, la présence d'outils spécialisés présentant des morphologies différentes. Particulièrement net pour les outils de type molettes, ceci est plus problématique pour les meules (p.120).

### **1.3. Discussion : formes, fonctionnement et fonction, l'apport des données ethnologiques**

Au début de cette présentation, nous avons posé la question des liens pouvant être établis entre les formes, les matières premières des outils, leur fonctionnement et les matières d'œuvre. Si l'on considère l'ensemble des exemples ethnologiques présentés, il n'est pas possible d'établir de relation univoque entre une forme particulière d'artefact ou un type de fonctionnement et une matière travaillée.

Dans plusieurs cas, nous constatons cependant que les différents outils et matières premières employés par une population renvoient à des variations des modes d'utilisation correspondant généralement à celles des matières d'œuvre. Les variations de forme auraient ainsi une signification fonctionnelle au sein d'un ensemble défini, celui des outils de broyage d'une population. Ceci résulte d'une volonté d'optimiser le rendement du travail en adaptant les outils aux contraintes suivantes :

- les propriétés physico-chimiques des matières broyées (pouvant varier en fonction de traitements préalables au broyage : grillage, séchage, rinçage etc.) ;
- les quantités traitées et les types de produits finis recherchés (par exemple mouture plus ou moins fine ; broyage avec de l'eau). Les quantités broyées vont varier en fonction de

l'importance économique de la ressource ou encore de la structure de son exploitation (par exemple, nous pouvons envisager une exploitation saisonnière intensive d'une ressource disponible durant une courte période). Les types de produits finis recherchés renvoient eux aussi à un choix du groupe pouvant être lié, si l'on prend l'exemple des végétaux, à des recettes de cuisine, à une adaptation des produits à certaines classes d'âge de la population. Les quantités de matière travaillée, les produits finis recherchés dépendent ainsi du contexte socio-économique.

Les outils peuvent être adaptés à ces contraintes de différentes façons : dans le geste d'utilisation, leur forme, le choix de la matière première. Les expérimentations d'Adams (1999) démontrent l'incidence de la configuration des surfaces actives des outils sur l'efficacité du travail et le type de produit fini obtenu. Les contraintes liées aux propriétés des matières travaillées, au type de produit recherché et aux quantités traitées peuvent ainsi induire la production d'outils spécialisés qui se singularisent par certaines caractéristiques intrinsèques (attributs morphologiques, matière première de l'outil). Les réponses apportées peuvent aussi se reporter sur l'organisation du système de production : production collective ou individuelle, pour les besoins du groupe ou de l'unité familiale.

Par conséquent, si des liens peuvent être établis entre formes, roches et matières d'œuvre, ils sont relatifs à l'ensemble du système socio-économique du groupe, déterminant les besoins, la structure d'exploitation des ressources et les réponses apportées.

Dans l'ensemble des exemples ethnologiques présentés, chez les populations pour lesquelles les outils de broyage représentent une composante importante du système technique, certaines récurrences sont observées. Nous pouvons ainsi proposer une relation entre :

- les dimensions des outils, plus particulièrement des surfaces actives et la fréquence de pratique de l'activité, les quantités travaillées et l'importance économique des ressources ;
- l'investissement dans le choix des roches, dans la mise en forme et l'importance économique des matières travaillées.

Ainsi, on remarque dans la plupart des exemples évoqués une structuration des assemblages opposant outils spécialisés et plurifonctionnels<sup>17</sup>. Cette dichotomie renvoie à une hiérarchisation dans l'importance des ressources travaillées par ces outils qui détermine des variations d'investissement dans le choix des roches et les mises en forme. Elle induit aussi fréquemment un sens de circulation dans le recyclage et le réemploi des objets. Nous constatons que les circulations entre les catégories d'artefact sont plus ou moins importantes selon les systèmes considérés. Elles ne semblent jamais être généralisées, on note en effet des barrières par exemple entre matières consommables et non consommables, entre rituel et domestique ou encore en raison de problèmes d'efficacité des outils.

Pour comprendre la variabilité des formes et des matières premières utilisées, il apparaît donc nécessaire de caractériser la gestion de l'outillage. Pour cela, il faut considérer l'incidence d'un ensemble de facteurs non nécessairement fonctionnels. Le choix de la matière première peut par exemple dépendre de sa disponibilité, des techniques de collecte et systèmes

---

<sup>17</sup> les outils sont dits à utilisation plurifonctionnelle lorsqu'ils participent à différentes chaînes opératoires de transformation de matériaux variables.

d'approvisionnement. Les formes produites de la disponibilité en matière première, du niveau technique du groupe ou encore de choix culturels. Une approche typologique ou classificatoire qui tendrait à décrire la diversité du mobilier archéologique semble ainsi insuffisante.

## 2. Construction d'une démarche d'analyse

La caractérisation des modes de gestion de l'outillage tendra donc à répondre à un certain nombre de questions :

- comprendre le choix des matières premières ;
- caractériser la phase de production des outils ;
- déterminer si des formes différentes ont été produites, si certains attributs morphologiques résultent d'une évolution au cours de l'utilisation plus généralement comprendre les liens entre les formes produites et les modes d'utilisation ;
- rechercher les indices de réemploi et de recyclage des outils.

Pour répondre à ces questions, nous disposons en premier des outils d'analyse développés en technologie préhistorique autour de la notion de chaîne opératoire. Ils permettent de mettre en évidence des connaissances techniques ainsi qu'une organisation économique des processus de fabrication et d'utilisation des objets.

Le concept de chaîne opératoire peut être défini, à la suite de Cresswell (1983) comme : " ... le terme de chaîne opératoire recouvre la notion de chemin technique parcouru par un matériau depuis son état de matière première jusqu'à son état de produit fabriqué fini et s'applique aussi bien aux végétaux qu'aux minéraux, aux plantes cultivées qu'au fer forgé. Ces chaînes se composent d'un certain nombre d'étapes et font parties d'un ensemble technique utilisé par un groupe humain donné. La manière dont sont articulées entre elles les étapes d'une chaîne et les chaînes dans un ensemble constitue les structures techniques. "

Du geste au processus, plusieurs niveaux d'analyse des techniques sont distingués (Balfet, 1991), la démarche consistant à intégrer des gestes au sein d'activités techniques pouvant être décrites à travers leur chaînes opératoires. La chaîne opératoire fournit des moyens de comprendre, de décrire et de comparer des systèmes techniques. Par ailleurs, l'ordination chronologique des gestes techniques dans une chaîne opératoire permet d'avoir accès à un temps préhistorique "bref" (Karlin *et al.* 1991) mais aussi à un espace, les différentes étapes pouvant se dérouler dans des lieux différents (Geneste, 1985, 1992 ; Karlin, 1992).

Une approche technologique pourra ainsi permettre d'évaluer les modes de gestion de l'outillage et l'investissement apporté dans les productions depuis la recherche de la matière première jusqu'aux finitions de l'objets. En y intégrant une perspective taphonomique, nous élargirons le champ considéré à l'ensemble du cycle de vie de l'objet, allant jusqu'à la phase l'abandon de l'outil.

A la suite d'autres chercheurs (e.g Brochier, 1994), nous empruntons ici le terme de taphonomie aux études archéozoologiques, domaine de recherche pour lequel il est

généralement réservé (Koch, 1989). L'approche taphonomique vise à évaluer l'incidence des processus post-dépositionnels ou liés à la gestion des collections sur la répartition spatiale des vestiges, la composition des assemblages, la préservation des outils eux-mêmes.

En reprenant les propositions de Nierlé (1983), les différentes étapes constituant le cycle de vie des outils de broyage comprennent :

- approvisionnement et choix de la matière première ;
- la phase de mise en forme ;
- le cycle utilisation / ravivage ;
- recyclage et réemploi des outils.
- abandon et processus post-dépositionnels

A partir de données ethnologiques et de l'exemple de différentes études archéologiques, nous chercherons à définir des démarches d'analyse pour chacune de ces étapes visant à mettre en évidence les choix effectués, leur signification fonctionnelle, une gestion de l'outillage.

## **2.1 La matière première**

### **2.1.1. Le rôle de la matière première dans le fonctionnement de l'outil**

En théorie, les propriétés de la matière première apparaissent de première importance dans le fonctionnement de l'outil de broyage. Ceci a été mis en évidence en particulier par Shoumacker (1993) dans son étude de la fabrication de meules industrielles. Selon l'auteur, les propriétés de la matière première influent essentiellement sur l'efficacité de l'outil dans le travail à effectuer, la vitesse à laquelle il s'use et la fréquence des ravivages nécessaires. Dans un contexte industriel, c'est notamment la variation de différentes caractéristiques de la matière constituant la meule qui détermine l'efficacité de l'outil :

- la nature de l'abrasif (dureté, résistance à la fracture, morphologie du grain) ;
- le type d'agglomérant liant les grains de l'abrasif entre eux ;
- la structure ou indice de tassement des grains entre eux ;
- le grade (ou cohésion traduisant la ténacité de la meule, le pourcentage de pores)

Pour le cas d'outil fonctionnant en couple, l'efficacité de l'outil résultera aussi de l'interaction entre les deux roches en contact.

Selon les expérimentations de Adams (1999), les matières granuleuses ou vacuolaires offrent des rendements similaires lors du broyage de différents types de graines fraîches et sèches. Les matières vacuolaires présentent l'avantage d'une contamination moindre de la farine par la roche, elles apparaissent par ailleurs plus faciles à raviver.

Les études ethnologiques ne précisent pas systématiquement la matière première employée, ni les critères de choix. Roux (1986) note, pour les percutants, une tendance à sélectionner des roches tendres pour les broyeurs utilisés pour moudre le blé et des roches dures pour

les molettes de corroyage du cuir. Cependant, la matière première n'est pas considérée par l'auteur comme un paramètre permettant de distinguer les différents outils de broyage. Hayden (1987) remarque que différentes qualités de roche sont sélectionnées en fonction du travail à effectuer mais, en partie à cause des réemplois, on n'observe pas de relation univoque entre le choix de la matière première et la fonction de l'outil. Les critères fonctionnels ne sont pas les seuls pris en compte lors de la sélection de la roche.

### 2.1.2. Le choix de la matière première

Le choix de la matière première peut aussi refléter la sélection d'une roche particulièrement apte à la taille. D'autres critères tels que l'accessibilité, la qualité des blocs ou encore des appréciations esthétiques peuvent aussi entrer en jeu. Horsfall (1987, p.347) résume ainsi les contraintes intervenant dans le choix des matières premières pour la production de meules et molettes dans différents villages actuels d'Amérique du Sud : - les contraintes fonctionnelles comprennent l'efficacité du broyage en fonction de la quantité et des types de substance travaillés, la résistance à la fracturation, la fréquence des ravivages - les contraintes technologiques, en particulier l'aptitude à la taille de la roche - les contraintes socio-économiques telles que la quantité et l'importance économique du travail de broyage à faire, le degré de spécialisation de l'artisanat dans la société, le développement d'un système d'échange régional.

Cook (1973) détaille les critères de choix des roches des *meteros* de la vallée Oaxaca au Mexique (p.1492). Ils comprennent : couleur, texture, aptitude au façonnage, possibilités de vente, durabilité. Les roches utilisées sont majoritairement granitiques, les artisans distinguent des roches "de première classe" dont la surface reste longtemps rugueuse lors de l'utilisation et nécessite des ravivages peu fréquents. Ils produisent cependant une majorité de meules dans une roche "de seconde classe" car elle est plus facile et plus rapide à travailler. Selon Hayden (1987), pour les fabricants de meules et molettes du Guatemala, le premier critère de sélection est aussi la qualité du produit fini en particulier la durabilité de l'outil ce qui implique des ravivages peu fréquents. Les roches travaillées sont aussi choisies en fonction des outils de façonnage disponibles (roche d'une dureté supérieure à celle travaillée).

### 2.1.3. Proposition d'une démarche d'analyse

Pour comprendre les choix des roches effectués il est donc nécessaire :

- d'évaluer les sources potentielles de matière première, leur disponibilité, leur accessibilité, les différentes aptitudes à la taille des roches ;
- de caractériser les propriétés des roches et de comprendre leurs comportements au cours du travail de broyage : cette démarche a été notamment proposée par Shoumacker (1993), elle peut être aussi illustrée par les travaux de Procopiou (1998). Elle repose sur l'étude pétrographique des roches et sur l'expérimentation. Elle permet par ailleurs à Procopiou (*op. cit*, p. 30 – 31) de proposer des hypothèses concernant : les modes de mise en forme, la durée de vie de l'outil et la fréquence des ravivages nécessaires, la qualité (contamination par des particules de roche) et le calibre du produit fini, les associations entre pièce active et passive.

## **2.2. Mise en forme**

Les choix des formes à produire en fonction de critères fonctionnels, socio-économiques et culturels, les méthodes et techniques de production vont ensuite donner sa forme finale à l'outil. Nierlé (1983) oppose les notions de morphologie initiale correspondant à l'état de l'outil fini avant utilisation et de morphologie modifiée qui prend en compte les transformations de l'outil au cours du cycle utilisation/ravivage. Une approche technologique visant à caractériser les formes produites peut permettre de déterminer dans quelles mesures des variations morphologiques ont été recherchées. Cela nécessite la mise en évidence des chaînes opératoires de production.

### **2.2.1. Les chaînes opératoires de fabrication des meules et des molettes**

Comme le souligne Procopiou (1998, p.69), nos connaissances des modes de mise en forme de l'outillage de mouture restent limitées, en particulier pour le domaine archéologique car peu d'ateliers de production sont connus. Néanmoins, les différents exemples ethnologiques et études archéologiques documentent une certaine récurrence dans les chaînes opératoires de fabrication des meules et molettes. Comme le propose Cook (1973), celles-ci peuvent être scindées en deux, en différenciant la phase d'extraction et de mise en forme des blocs.

La phase d'extraction n'est pas une étape obligée puisque l'approvisionnement peut s'effectuer par simple collecte de blocs détachés d'affleurements ou transportés par les rivières. Une extraction de type carrière nécessite parfois la mise en œuvre de techniques complexes (par exemple usage du feu), elles varient généralement en fonction du type d'affleurement. McBryde (1997, p.593) décrit chez les Aborigènes australiens deux carrières d'exploitation de grès. L'un des affleurements se présente sous la forme de bancs subhorizontaux, les artisans exploitent les joints de stratification pour extraire des blocs. Le second n'offrant pas cette possibilité, l'exploitation est réalisée par éclatement thermique.

Le type d'extraction conditionne ici la phase de mise en forme (Planche 11, 1.). Dans le cas de la première carrière, les dalles sont réduites par enlèvements de façon à leur donner une forme rectangulaire peu épaisse. La concavité de la surface active est ensuite réalisée par des enlèvements se développant sur cette face et partant des bords. Au cours de ce travail, les plans de clivages internes à la matière sont toujours exploités. Pour la seconde carrière, les blocs sont réduits par enlèvements bifaciaux pour obtenir une préforme de morphologie régulière, lenticulaire en section. Cette préforme est ensuite travaillée par piquetage / bouchardage.

Annaud et Geneste (1997) mentionnent pour les meules des Tikar du Cameroun Central, l'existence de deux chaînes opératoires de fabrication selon que l'on exploite un gros volume ou un bloc de taille adéquate.

Dans son étude de l'atelier de fabrication de meule E-82-1 à Wadi Kubbaniya, Roubet (1990b) observe aussi des traitements différenciés en fonction des blocs d'origine. Les blocs collectés sous la forme de galets sur les terrasses ne sont en général pas mis en forme

contrairement aux blocs faisant l'objet d'une extraction de type carrière. Lors de l'extraction et de la mise en forme, les artisans ont exploité des joints de stratification ou des plans de clivage interne. Le processus de mise en forme comprend le détachement d'éclats de grande taille afin d'enlever au maximum la partie néo-corticale altérée (Planche 11, 2.). Ces enlèvements sont réalisés en percussion indirecte, il en résulte une morphologie particulière des éclats. Il y a ensuite détachement d'éclats de plus faible épaisseur sur la périphérie de la pièce. Deux types de préforme sont ainsi obtenues : une préforme ovale présentant une surface plane créée par un plan de clivage, une préforme conique présentant des négatifs d'enlèvements centripètes. Pour le premier type de préforme, les stades de préparation comprennent ensuite une régularisation des flancs et de la base, un travail de la surface plane par enlèvements centripètes. Cette préparation de la surface d'usure semble intervenir après le travail des flancs, elle est réalisée par enlèvements rasants. Pour le second type de préforme, la surface active est aussi travaillée par enlèvements rasants centripètes.

Kluckhohn *et al.* (1971, p119) décrivent pour les Indiens Navaho le travail de la surface active de la meule. Il intervient dans une dernière phase de la mise en forme. La surface est abrasée, une molette est régulièrement appliquée afin d'en détecter les aspérités et irrégularités. De l'eau est versée sur ces zones qui sont ensuite réduites par enlèvements et abrasion. Les auteurs mentionnent que la fabrication des molettes est effectuée selon les mêmes procédés.

Les chaînes opératoires de production des molettes sont généralement moins documentées. La phase de mise en forme décrite par Hayden (1987) est proche de celle observée pour les meules. Elle est résumée dans le tableau 10.

<b>Étapes</b>	<b>Définitions</b>	<b>Déchets</b>	<b>Outils</b>
<i>Roughing out</i> : dégrossissage	travail du bloc par enlèvements d'éclats pour lui donner une forme générale cylindrique	éclats	pics
<i>Thinning</i> : affinement	régularisation de l'outil pour lui donner sa forme finale par enlèvements d'éclats fins et piquetage	éclats de petites tailles, poudre	pics
<i>Final smoothing</i> : finitions	régularisation et abrasion de la surface	poudre	pics

tableau 10 : les différentes étapes de la production des molettes chez les Maya du Guatemala, d'après Hayden (1987).

K. Wright (1992a) propose une synthèse des différentes phases de "réduction" (production, utilisation et entretien) du matériel de broyage en général que nous avons résumé dans un tableau (tableau 11).



Etapes	Définition	Sous produit/déchets	Outils utilisés	Remarque
Phase I : Production de supports	production de larges pièces par enlèvements de grands éclats ou par extraction de type carrière	nucléus (présence d'au moins trois négatifs d'enlèvement)	outils de grande taille et lourds	phase difficile à mettre en évidence, difficulté pour déterminer les techniques de production.
Phase II : Production de préformes	mise en forme par enlèvements grossiers ou piquetage	éclats de taille moyenne et "fragments de piquetage"	choppers grossiers et irréguliers, idem phase précédente. Pour le piquetage possible utilisation de nucléus de silex (boucharde).	
Phase III : Retouche/amincissement ; production d'outils retouchés	tout processus de percussion avec diminution de la taille de l'outil d'1 cm au moins pour atteindre une forme finale.	production de petits éclats ou micro-éclats.	pics légers, choppers, percuteurs ou bouchardes.	ceci comprend soit un piquetage fin de la préforme ou des enlèvements d'éclats de retouche sur les bords ou les marges de l'outil.
Phase IV : Grinding : enlèvement de grains ou de particules de roche.	toute réduction d'un support d'outil par enlèvements de particules de roche. Ceci comprend l'abrasion, la perforation, et l'incision.	sous produits microscopiques non identifiables, traces reconnaissables uniquement sur les artefacts.	outils de grès ou roche à grains grossiers, de pics ou outils anguleux, utilisation de molette assez répandue, de dalle de broyage et d'abraseurs. Abrasion à sec et avec eau documentée.	distinction de 2 phases d'abrasion : grossière et fine
Phase V : Finition traitement de surface final non fonctionnel	polissage des surfaces non utilisées, décoration		outils non différents de ceux utilisés pour la manufacture.	abrasion et autre par exemple traitement thermique pour couleur
Phase VI : Utilisation				
Phase VII : Remise en forme : retouche, piquetage, ravivage des bords.	tout processus de remise en forme de la surface active ou des bords	possibles éclats de ravivage des surfaces d'usure	boucharde et choppers grossiers	
Phase VIII : recyclage				

tableau 11 : synthèse des différentes phases de production, d'utilisation et d'entretien du matériel de broyage proposées par Wright (1992b).

Nous pouvons considérer que dans les grandes lignes, la synthèse proposée par Wright rejoint les données des études archéologiques ou ethnologiques exposées. Le seul point problématique serait celui de la phase I, nous n'avons pas trouvé d'exemple de production de meule ou de molette à partir de support débité. Précisons que Wright traite du matériel de broyage en général, au sens large donné par cet auteur (d'où probablement la présence de la phase I). Les mises en forme s'inscrivent plus généralement dans la catégorie du façonnage.

La plupart des exemples cités illustrent en définitive une variation des chaînes opératoires en fonction des caractéristiques des blocs d'origine. Seule l'étude de Roubet (1990b) atteste

d'une gestion différentielle des volumes des blocs pour produire des préformes variables. Les données ne permettent pas toujours d'établir un lien entre ces variations et d'éventuelles utilisations différentes. Cependant, les exemples ethnologiques présentés plus avant montrent de façon récurrente la coexistence d'au moins deux chaînes opératoires, l'une incluant la mise en forme et l'autre non. A ces variations d'investissement dans la préparation des outils correspondent généralement des modes d'utilisation différents.

### **2.2.2. Mise en évidence des chaînes opératoires de production**

Dans les études technologiques appliquées aux industries lithiques, la mise en évidence des chaînes opératoires de production repose sur l'étude des stigmates présents sur les objets et la reconnaissance de sous produits résultant des différentes phases de la production définis expérimentalement. La reproduction expérimentale de matériel de broyage est peu développée. Ces expérimentations ont néanmoins permis de tester l'efficacité des techniques de mise en forme mais aussi de définir des moyens de reconnaissance des différentes phases ordonnant une chaîne opératoire (e.g. Osborne, 1999 ; Pritchard-Parker et Torres, 1998 ; Procopiou, 1998, p. 69-76 ; Reid *et al.* 1993 ; Runnels, 1981, p. 249-252).

Nous pouvons ainsi caractériser les grandes étapes d'un schéma général de production, leurs sous-produits et stigmates. Ce schéma correspond globalement aux étapes II à V du tableau de Wright :

1. production de préforme et dégrossissage par enlèvements de tailles variables (sous produits : éclats, préforme)
2. travail des parties non actives par enlèvements, piquetage (sous produits : éclats, poudre, préforme)
3. aménagement des parties actives par enlèvements rasants, piquetage et abrasion (sous-produits : éclats, poudre).

Par ailleurs, certains chercheurs ont aussi tenté de définir des "témoins" caractéristiques des phases de mise en forme par l'étude des outils utilisés pour le travail de la pierre (e.g. Pritchard-Parker et Torres, 1998 ; Reid *et al.*, 1993).

### **2.2.3. Proposition d'une démarche d'analyse**

Selon les propositions de Wright (1992a), les techniques et les chaînes opératoires de production peuvent être mis en évidence à partir des indices suivants :

- les stigmates observables sur les objets finis permettraient de caractériser les dernières phases de mise en forme ou de finition ainsi qu'éventuellement la morphologie du bloc d'origine ;
- la présence de préforme, de sous-produits et d'outils de percussion permettrait de documenter les chaînes opératoires de mise en forme dans leur totalité. Les sous produits des étapes IV et V ne sont probablement pas identifiables sans analyse sédimentaire.

Si l'on reprend les méthodologies développées en technologie lithique, la mise en évidence de chaînes opératoires repose sur l'identification des techniques de travail, leur agencement en différentes étapes chronologiques, et la reconnaissance de récurrence dans l'organisation de ces étapes. La caractérisation des chaînes opératoires de production peut permettre de déterminer s'il y a eu production intentionnelle de formes différentes. L'interprétation des intentions de production devra ici s'affranchir des contraintes des blocs d'origine qui semblent dans le cas présent particulièrement importantes. Pour cela, il est nécessaire de connaître les morphologies des blocs exploités, plus généralement de déterminer les sources et modes d'approvisionnement. Cependant, la présence de préforme et autres sous-produits des chaînes opératoires de production apparaît rare dans les séries archéologiques. Procopiou (1998, p.70) considère que l'étude des traces de fabrication sur les produits finis, des outils de taille et la prise en compte des propriétés des roches peut, dans certains cas, palier ce manque de données.

## **2.3. Cycle utilisation/ravivage**

Nous avons posé le principe que le lien entre la forme de l'outil et sa fonction était à rechercher à travers la définition de son fonctionnement. L'étude des formes ne peut permettre d'accéder à toutes les données permettant de caractériser le fonctionnement des objets. Elle donne néanmoins des indications sur le caractère actif ou passif de l'outil, sur les gestes de percussion effectués. Elle peut être ainsi considérée comme une étape essentielle dans l'analyse fonctionnelle du matériel de broyage.

Nous nous intéresserons ici aux critères utilisés dans différentes études archéologiques pour caractériser le mode de fonctionnement des outils et déterminer leurs variations au sein d'une catégorie d'outils. Nous traiterons ensuite du problème de l'évolution des formes au cours de l'utilisation et du ravivage.

### **2.3.1. Interprétations fonctionnelles des variations morphologiques**

Nous détaillerons les critères utilisés pour déterminer le mode de percussion (lancé ou posé) et, pour les formes plates, le caractère actif ou passif des outils, les variations de fonctionnement à l'intérieur de chaque catégorie d'outil.

#### **2.3.1.1. Définir le mode de percussion (lancée ou posée)**

La forme générale de l'objet, de la surface active, la distribution et le type de stigmates d'usage sont utilisés pour déterminer le mode d'application de la force (lancé ou posé). Comme le souligne de Beaune (1989, p.43) : "*En effet, pour des raisons techniques évidentes, plus les surfaces sont planes, plus il importe que la percussion soit posée et, à l'inverse, plus la concavité est importante, plus la percussion a de raisons d'être lancée.*". On retrouve l'opposition évoquée en introduction entre formes creuses et plates. Cependant, pour chaque catégorie, les gestes d'utilisation possibles restent multiples. La classification de Storck et

Teague présentée par de Beaune (1989, p.43), illustre le champ des variations de geste possibles selon la forme des outils (Planche 12, 1.)

Nous pouvons donc considérer que la forme de l'objet indique un mode de percussion général, dominant, cependant celui-ci ne peut être considéré comme exclusif. Il semble possible d'utiliser la plupart des outils de broyage selon les deux modes de percussion.

### 2.3.1.2. Outils actifs et passifs

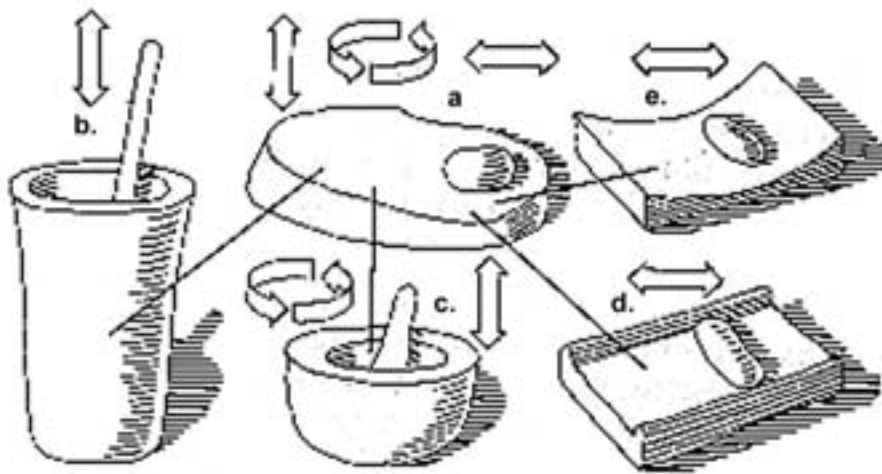
Pour la catégorie des meules/molettes, les différences entre outil actif et passif sont généralement établies en fonction de trois critères principaux : masse, forme et dimensions de la surface active. Un outil est considéré comme passif lorsque sa masse et son volume indiquent qu'il ne peut être pris en main et manipulé de façon aisée. La présence d'outils passifs portables illustre les limites de ce critère. Les différences entre actifs et passifs sont parfois établies en fonction de la morphologie en section des surfaces actives : section concave pour l'outil passif ou répercutant, convexe pour l'outil actif. Nierlé (1983) considère p.181 que "*La surface de travail des percutants varie entre une certaine convexité et le plan, tandis que celle des répercutants tendra vers la concavité...*". Ces différences résultent en partie de l'évolution morphologique des outils au cours de l'utilisation. Cependant, comme ceci est illustré par différentes études archéologiques, les deux outils peuvent aussi présenter des surfaces planes. Les critères de différenciation utilisés renvoient alors généralement à la masse des objets et aux dimensions des surfaces actives (e.g. Voigt, 1983 ; Ribaux, 1986). En particulier à l'Age du Bronze, d'autres exemples illustrent l'utilisation de meule à surface convexe en association avec une molette. La différenciation entre outils actifs et passifs doit donc reposer sur un ensemble de critères et prendre en compte la complémentarité percutant - répercutant plus généralement, les connaissances acquises sur le système technique des populations.

### 2.3.1.3. Déterminer des variations de fonctionnement au sein d'une catégorie d'outil

Les critères retenus pour caractériser la variabilité des formes de meules et de molettes comprennent généralement : les dimensions des pièces, celles des surfaces actives, le nombre de surfaces actives et leurs positions, les formes en section et en plan, les traces d'usure présentes sur ces surfaces en particulier les stries auxquels s'ajoute, pour les meules, celui des aménagements éventuels de la surface de travail. L'interprétation de ces différents attributs diffère selon les études.

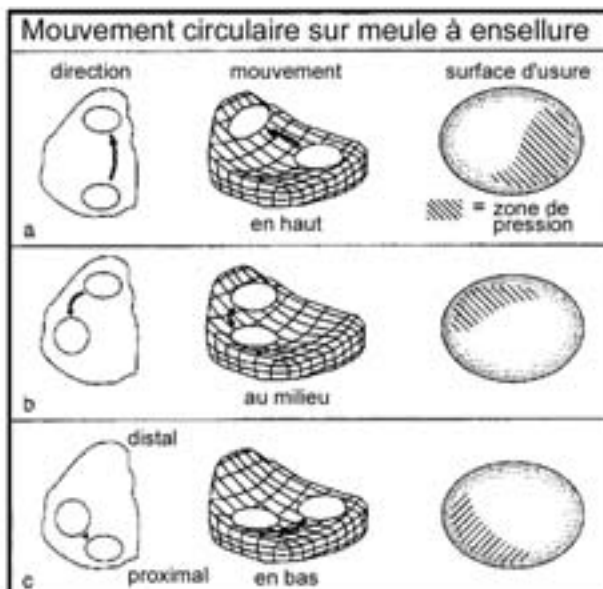
Par exemple les formes en section et le nombre de surface d'usure présentes sur les molettes traduisent, selon l'étude ethno-archéologique effectuée par Roux (1986), des moyens de préhension. Riddell et Pritchard (1971) ne considèrent pas le nombre de surface d'usure comme significatif du fonctionnement de l'outil. Il peut être lié pour Nierlé (1983) au degré d'utilisation de la pièce et indique une résistance à la fragmentation permettant un usage prolongé.

## Planche 12



1. D'après de Beaune (1989, p.43), classification de Storck et Teague concernant les gestes effectués lors de la mouture et du pilage : a. meule et "pounder-rubber" utilisé selon un mouvement désordonné ; b. mortier profond et pilon utilisé selon un mouvement vertical ; c. mouvement à peu près circulaire et de temps à autre vertical ; d. et e. meule et molette utilisée selon un mouvement de va et vient.

2. Incidence du geste de percussion sur la morphologie des molettes, d'après Adams (1999, p.498 et 500)



Selon Adams (1999), l'utilisation entraîne, sur la molette, la formation de surface d'usure dont la localisation diffère, pour une même morphologie de meule associée, selon le mouvement effectué (circulaire à gauche, mouvement de va et vient à droite).



Les attributs les plus discutés sont les dimensions des pièces et les degrés de concavité ou convexité des surfaces d'usure. Par exemple, pour les meules, Nierlé (1983) et Roux (1986) considèrent que le degré de concavité indique principalement le taux d'usure de la pièce. Cane (1989), pour le matériel de broyage australien, note que la forme des meules utilisées pour broyer des graines passe d'un bloc de grès plat à une pièce portant un à quatre sillons. Riddell et Pritchard (1971) opposent en revanche formes plates et creuses dans leur mode de fonctionnement. Pour Voigt (1983), ces différences sont significatives dans la mesure où elles impliquent des gestes de broyage différents liés à la délimitation de la surface active. Les expérimentations d'Adams (1999) démontrent l'importance de la configuration de la surface active des meules dans la définition du geste de percussion : une surface creusée et délimitée (avec bord) tendra à restreindre les gestes à un mouvement de va-et-vient tandis qu'une surface plane permet une plus grande liberté d'action. L'examen des surfaces actives peut aussi déboucher sur la caractérisation des systèmes d'évacuation de la mouture (e.g. Nierlé, 1983).

Ces divergences d'interprétation sont en partie inhérentes aux types de variations mises en évidence dans les séries et à l'étude de corrélation entre différents critères. Mais elles renvoient plus généralement au problème d'évaluer les modifications morphologiques induites par l'usage des outils.

## **2.3.2. Evolution des morphologies au cours de l'utilisation et du ravivage**

### **2.3.2.1. Utilisation**

Différentes variations morphologiques observées dans les ensembles archéologiques ont été interprétées comme résultant d'une évolution des morphologies au cours de l'usage : les dimensions des pièces, leur forme générale ainsi que les profils des surfaces actives. Comprendre les processus de transformation des pièces au cours de l'utilisation semble donc primordial. Au regard des différents débats suscités par l'interprétation des formes, le problème des profils des surfaces d'usure nous apparaît plus particulièrement important. Peut-on opposer des profils plats et creux ou des différences de convexité en terme de fonctionnement (gestes, répercutants associés différents) ou doit-on les considérer comme différentes étapes de l'évolution morphologique de la pièce au cours de l'utilisation ? Les données ethnologiques illustrent en définitive les deux types de situation : plusieurs exemples lient les profils des surfaces actives aux gestes d'utilisation ou à la morphologie des surfaces de contact ; l'étude de Roux (1986) documente quant à elle des morphologies en section variables à l'intérieur des différentes catégories de répercutants. Adams (1999) à la suite d'une étude technologique et ethnologique de l'outillage plat pose les principes suivants : la configuration de la surface active des meules dépend de la longueur des molettes utilisées et du geste de percussion. Par exemple, si la molette est plus petite que la meule, une concavité tendra à se former au cours de l'utilisation. La morphologie de la surface active des molettes dépend quant à elle essentiellement du geste de percussion. (Planche 12, 2.). Morris (1990)

pour expliquer l'absence ou la présence de facettes d'usure sur les molettes, évoque l'importance de la latéralisation des préhensions (différence entre droitiers et gauchers).

### 2.3.2.2. Ravivage

Dans l'étude de Hayden (1987), la durée de vie d'une meule est estimée en fonction de la fréquence des ravivages nécessaires. Ce processus est donc susceptible d'affecter de façon conséquente la morphologie de la pièce.

Les techniques de ravivage documentées dans les études ethnologiques comprennent en général piquetage ou bouchardage de la surface active afin de lui redonner une rugosité, un mordant. La fréquence des ravivages indiquée dans différentes études ethnologiques apparaît variable. Elle semble dépendre essentiellement, outre de la durée ou de l'intensité de l'utilisation, du type de matière travaillée et du matériau de l'outil. Par exemple, Roux (1986) signale que les meules à végétaux du village de Tichitt ne sont pas ravivées, contrairement aux autres. Si l'on reprend les données de Shoumacker (1993), le comportement des matières premières lors du broyage peut, dans certains cas, assurer un entretien automatique du mordant de la meule : selon la résistance des grains ceux-ci peuvent se fracturer facilement empêchant ainsi le développement d'arête mousse ; le détachement de grains variant en fonction de la cohésion de la roche peut aussi produire un ravivage de la surface au cours de l'utilisation. L'approche développée par Procopiou (1998) illustre l'apport d'une caractérisation des matériaux pour l'estimation de la fréquence des ravivages nécessaires.

Cane (1989) décrit pour les meules à sillon (broyage de graines) des Aborigènes australiens un autre mode de ravivage. Au cours de l'utilisation, les dimensions des molettes diminuent progressivement, en conséquence, le sillon d'usure de la meule de large et plat devient étroit et profond. Plus le sillon devient profond, plus le broyage devient difficile car la main frotte contre la surface d'usure. Quand un sillon de broyage arrive à ce stade, il est soit laissé de côté, soit les parties hautes de la bordure sont martelées. La meule devient aussi plus difficile à utiliser en raison de la profondeur plus accentuée du sillon en son centre qui empêche l'écoulement de la mouture. Comme le sillon s'approfondit, il devient par ailleurs plus long ce qui accroît le travail. Pour palier ces problèmes, la longueur et l'angle du sillon sont réduits par des enlèvements d'éclats sur les bords et aux extrémités. Les sous produits de ce processus de ravivage sont des gros éclats de grès présentant des bords convexes émoussés. Roux (1986) mentionne aussi pour le matériel de Tichitt (Mauritanie) qu'une surface active devenue trop concave peut gêner l'utilisation.

Les opérations de ravivages peuvent être ainsi être classées dans deux catégories générales : celles visant à entretenir le mordant de la surface active et celles assurant un contrôle de la morphologie de la pièce afin de faciliter les gestes de travail. Les modifications morphologiques induites par l'un et l'autre des processus différent à priori : le premier type doit entraîner une diminution des dimensions de la pièce et peut être un creusement de la surface dans le cas des meules ; tandis que le second peut produire une modification générale de la morphologie de la pièce. Dans les séries archéologiques, le premier type de ravivage est plus communément mentionné. Il est généralement identifié sur la base de concentrations d'impacts de percussion.



### 2.3.3. Proposition d'une démarche d'analyse

Nous considérons donc que l'étude des formes permet de définir au moins en partie le fonctionnement de l'outil. Elle donne des indications sur le mode de percussion dominant, sur le caractère actif ou passif de l'outil. Pour ce dernier point, pour les outils de types meules et molettes, il n'existe pas de critères absolus et il est nécessaire de considérer l'ensemble du matériel de broyage afin de définir les attributs discriminants. L'interprétation de la variabilité des formes au sein d'une catégorie d'outil peut être effectuée en décrivant l'assemblage selon les attributs mentionnés plus haut. La signification fonctionnelle de ces caractéristiques morphologiques ne peut être établie à partir des données ethnologiques. Elles résultent en définitive de tout un ensemble de facteurs inhérent à la gestion des outillages de broyage. Leur interprétation devra donc reposer sur une étude comparative des objets permettant de déterminer si la série présente une distribution continue ou si des classes s'opposent (pour ce qui est par exemple des dimensions, et forme en section des surfaces d'usure) ou encore par la mise en évidence de corrélations entre différentes variables. L'argumentation doit reposer par ailleurs sur la caractérisation des modes de gestions de l'outillage : incidence du choix de la matière première, de la phase de mise en forme, des processus de ravivage. L'étude des formes pourra déboucher sur la proposition d'hypothèses relatives au fonctionnement des outils de broyage, leur éventuelle diversité pourra indiquer le travail de matières d'œuvre différentes.

Si l'analyse des formes peut être considérée comme une étape essentielle de l'étude fonctionnelle, il convient d'insister sur certaines limites d'interprétation. Par exemple, attester d'un fonctionnement en couple et de l'association systématique d'une meule et d'une molette à partir des caractéristiques de forme est problématique. Il existe de nombreux contre-exemples tels que l'utilisation de "molettes" sans association avec un outil passif pour, par exemple, le travail de la peau (e.g. Adams, 1988). McCarthy (1941) mentionne aussi l'utilisation d'un couple de molette à la place d'une meule et molette. Hayden (1987) évoque l'association possible de meule et de pilon. Comme le souligne Formenti et Procopiu (1998, p.152) : *"Parfois la variabilité morphologique et/ou pétrographique ne reflète que des traits culturels et chronologiques et non pas fonctionnels. Parfois l'homogénéité du matériel ...rend impossible l'application de tels schémas. Enfin, la multifonctionnalité de certaines pièces est souvent attestée."* Par ailleurs, recyclage et réemploi des outils peuvent induire d'autres biais.

## 2.4. Réemploi des outils

### 2.4.1 Différents types

Le réemploi semble très généralisé pour ce type d'outil, il est mentionné dans la plupart des études ethnologiques. Plusieurs cas de figure sont envisageables qui auront des répercussions différentes sur la morphologie de l'outil :

- l'outil peut rester dans la catégorie des percuteurs en changeant de mode de percussion et/ou de matière travaillée, il rentre éventuellement dans un niveau cycle utilisation/ravivage qui peut modifier la morphologie de façon différente du précédent ;
- il peut changer totalement de fonction et si l'on prend l'exemple d'un réemploi en tant que matériel de construction ou de structuration de l'espace ceci n'aura pas forcément de répercussion au niveau morphologique.

Mc Carthy (1941) décrit la gestion du matériel de broyage chez les Aborigènes australiens comme un processus faisant passer l'outil de spécialisé à généraliste. Il mentionne le réemploi de molettes en couteau pour le travail de la peau, de pilons comme molette, enclume ou percuteur. Selon Cane (1989), les outils de broyage des Aborigènes du désert de l'Ouest arrivés à exhaustion sont souvent utilisés pour casser des vertèbres de reptile ou des épiphyses d'os longs. Ils sont aussi employés pour la cuisson des termites ou des kangourous (en plaçant les pierres chauffées dans la cavité des viscères) ainsi que pour moudre de l'ocre pour la réalisation de peintures non sacrées.

Le réemploi d'outils récoltés sur d'anciennes occupations est fréquent (e.g. Champault, 1991 ; Horne 1983 ; Roux, 1986). Horne (1983) signale l'incidence de ces pratiques sur la composition des assemblages, il souligne l'importance du contexte de découverte pour l'étude fonctionnelle des outillages.

## 2.4.2. Démarche d'analyse

La mise en évidence de recyclages des outils peut reposer sur deux types de données :

- d'une part l'étude des stigmates d'utilisation et de leur enchaînement chronologique peut permettre de mettre en évidence des changements dans les modes d'utilisation des outils ;
- d'autre part le contexte de découverte peut donner des indications sur certains modes de recyclage ou de rejet des objets épuisés.

L'évaluation des comportements de réemploi et d'abandon des objets apparaît essentielle pour déterminer la signification de certains attributs morphologiques et pour estimer la part des différents modes de broyage au sein de l'assemblage.

## 2.5. Incidence des processus post-dépositionnels

Enfin, après l'abandon de l'outil, différents processus post-dépositionnels d'origine géologique, climatique ou biologique peuvent entraîner des altérations chimiques ou mécaniques des outils en produisant par exemple des émoussés, des délitages/fracturations voire une décomposition de la roche. L'évaluation de leur incidence apparaît essentielle pour l'étude des traces d'usages ou états de surfaces mais aussi pour la compréhension des comportements de rejet des outils. Ce dernier point concerne en particulier le problème des pièces fragmentées pour lesquelles il est nécessaire d'écarter une origine naturelle avant d'établir si la fracturation s'est produite au cours de l'utilisation, lors du ravivage de l'objet, s'il s'agit d'un bris intentionnel.

La mise en évidence de processus post-dépositionnels ayant affecté les assemblages peut reposer :

- d'une part sur une étude géo-archéologique des processus de formation des sites ;
- d'autre part sur la constitution de référentiels naturels et expérimentaux permettant de déterminer les champs des stigmates relatifs à l'activité humaine et aux processus naturels, l'ubiquité de certains d'entre eux.

## **2.6. Conclusion**

Les caractéristiques intrinsèques "forme et matière première" apportent des données essentielles pour l'étude fonctionnelle des outils de broyage. Leur étude doit cependant être intégrée dans une analyse plus globale de l'outillage permettant de mieux comprendre le choix des roches et la variabilité des formes. La démarche proposée ici vise à caractériser les différentes étapes du cycle de vie de l'objet, elle repose sur une étude technologique et taphonomique des assemblages. Elle peut déboucher sur la proposition d'hypothèse concernant le fonctionnement des outils, leur variation et la présence d'outils spécialisés. Cependant, parce qu'il n'existe pas de lien univoque entre forme et fonctionnement, entre fonctionnement et matière d'œuvre, une analyse fonctionnelle ne peut se fonder uniquement sur l'étude des formes et des matières premières. Elle doit reposer sur la confrontation de différentes approches comme ceci a été proposé en particulier par Procopiou (1998) qui croise des études pétrologique, technologique, tracéologique ainsi que la recherche de résidus. Une étude tracéologique du matériel ou la recherche de résidus pourront en particulier permettre de préciser les modes d'utilisation des outils, et de vérifier si les différents fonctionnements mis en évidence correspondent au travail de matières d'œuvre diverses.

## **Chapitre 2. L'étude des traces d'usage**

La plupart des études du matériel de broyage prennent en compte une analyse élémentaire des traces résultant de l'utilisation des outils telles que la disposition, la localisation, la morphologie des parties actives. Elles se sont aussi intéressées aux états de surface ou stigmates présents sur ces zones tels que les stries. Si nous les opposons à la démarche tracéologique, ces approches peuvent être considérées comme "empiriques" car elles ne reposent généralement pas sur la constitution d'un référentiel permettant d'interpréter les traces. Les études tracéologiques appliquées au matériel de broyage bénéficient, en particulier au niveau méthodologique, de l'apport de la discipline jusqu'alors essentiellement développée pour l'étude des outils tranchants. Avant de détailler ces travaux, nous effectuerons une présentation générale des approches "empiriques" et tracéologiques.

### **1. Différentes approches**

#### **1.1. Etudes élémentaires des traces d'usage**

Plusieurs chercheurs ont constaté dès l'observation macroscopique, la présence d'états de surface différents et récurrents au sein du matériel archéologique. Roux (1986, p.40) distingue par exemple pour les meules de Tichitt, cinq états de surface : martelage généralisé ou partiel, dépressions circulaires piquetées, poli et surface brute. En particulier, c'est la rugosité plus ou moins prononcée des zones actives qui a retenu l'attention. Roubet (1990a, p.479) tente de la mesurer en appliquant une technique que l'on pourrait appeler "rugosimétrie par crayonnage". Ces observations débouchent parfois sur des remarques très pertinentes comme celles de Carter (1977) qui suppose que le broyage de graines produit des surfaces lisses et réfléchives et le broyage de minéraux, plus abrasif, une usure par fracture des grains composant la roche. Les états de forte irrégularité accompagnés de traces d'impacts sont parfois interprétés comme résultant d'un ravivage de la pièce.

Trois types de stigmate d'usage sont généralement mentionnés : les états de surface réfléchifs, les stries et les traces de ravivages.

- la reconnaissance de stries est souvent considérée comme évidente à tel point qu'elles entrent comme critères de classification dans certaines typologies. Plusieurs auteurs signalent néanmoins des problèmes de reconnaissance sur certaines matières premières.
- les états de surfaces réfléchifs font parfois l'objet de descriptions détaillées comme celle de Roubet (1990a) qui distingue : poli partiel, total, écaillé (*splintered*), strié ou altéré. Certains auteurs établissent un parallèle entre ces états de surface réfléchifs et le lustre des céréales défini en tracéologie lithique.

β la caractérisation des traces de ravivage fait en général référence à des traces d'impacts et à un microrelief irrégulier. Ces stigmates sont mentionnés dans la plupart des études, ils ont été en particulier définis par Smith (1985, 1988) comme des marques de piquetage concentrées, petites et profondes.

La reconnaissance de stigmates d'usage, d'une variabilité des états de surface dès l'observation macroscopique indiquent à priori le potentiel d'une étude tracéologique du matériel de broyage.

## 1.2. L'approche tracéologique

Les approches tracéologiques sont fondées sur l'utilisation de référentiels naturels ou expérimentaux servant de base à l'interprétation des traces d'usure. Elles déterminent les possibilités de diagnostiquer fonctionnement et type de matière travaillée à partir de l'observation des surfaces actives à différents grossissements ainsi que de l'analyse morphologique et technologique des pièces (Anderson-Gerfaut *et al.*, 1987 ; Plisson et Van Gijn, 1989 ; Plisson, 1991).

En 1985, Plisson (1985b, p.2) considère que le développement des études tracéologiques a été marqué par différentes recherches : celles de Semenov (1964) posent les fondements de la méthode d'analyse et définissent les attributs sur lesquels sont encore fondées aujourd'hui les déterminations fonctionnelles : ébréchures, stries et micro-polis. Tringham proposera ensuite une démarche reposant sur des observations macroscopiques et à faibles grossissements (elle repose en particulier sur l'étude des ébréchures). Elle est à l'origine de ce que l'on a appelé "*the low power approach*" (Tringham *et al.*, 1974). Elle a pu être opposée à la "*high power approach*" développée en particulier par Keeley (1977) et Newcomer (Keeley et Newcomer, 1977) qui mettent en évidence, à partir d'observations au microscope métallographique, des variations significatives des micro-polis en fonction des matières travaillées. La valeur diagnostique des micro-polis a depuis été remise en question (*e.g.* Grace *et al.*, 1985 ; Newcomer *et al.*, 1987 et, pour une analyse critique de ces travaux, Plisson et Van Gijn, 1989) ou précisé par certaines études (*e.g.* Vaughan, 1985 ; Levi-Sala, 1986 et 1993 ; Mansur-Francomme, 1986 ; Plisson et Mauger, 1988). Un autre débat porte sur les processus de formation des micropolis (pour une synthèse voir par exemple Yamada, 1993 ; Christensen, 1998). Trois processus de formation, non exclusifs, ont été avancés : par abrasion (*e.g.* Kamminga, 1979 ; Diamond 1979 ; Yamada, 1993), transformation ou addition. Les travaux d'Anderson en particulier (1980) soutiennent l'hypothèse de la formation d'un gel siliceux en surface. Différentes analyses appuieront par la suite cette théorie (*e.g.* Mansur - Francomme, 1986 ; Christensen, 1998, 1999 ; Kimball *et al.*, 1998). Les recherches d'Anderson favorisent aussi l'intégration de nouveaux instruments d'analyse optique et la recherche de résidus associés aux usures. Nous pouvons considérer que les principaux axes de développement de la discipline d'un point de vue méthodologique sont orientés vers la détermination de nouveaux modes de caractérisation des traces d'usure, en particulier les études en rugosimétrie, ainsi que vers l'établissement de systèmes de description ou de diagnose moins subjectifs (*e.g.* Grace *et al.* 1985 ; Grace *et al.*, 1987 ; Beyries *et al.*, 1988 ;

Grace 1993 ; Ibañez Estèvez & Gonzalez Urquijo, 1996 ; Bietti *et al.*, 1998 ; Kimball *et al.*, 1998 ; Yamada, 1998 ; Christensen, 1999).

Ces recherches ont été le plus fréquemment appliquées à des outils en silex présentant une partie active de type tranchant, front de grattoir, pointe. Elles ont aussi été développées pour d'autres types de matériaux tels que le quartz, le quartzite, le basalte (e.g. Kamminga, 1982 ; Plisson, 1985 ; Mansur-Franchomme, 1986 ; Sussman, 1988) ou encore pour l'outillage en pierre polie (e.g. Harding, 1987 ; Mills, 1993) en os ou en coquillage. Nous nous intéresserons dans la partie suivante à différentes recherches appliquées à l'étude du matériel de broyage et de percussion.

## **2. Etudes tracéologiques appliquées au matériel de broyage**

Les études tracéologiques appliquées au matériel de broyage restent à ce jour peu nombreuses, elles connaissent depuis quelques années un développement certain. C'est donc une discipline jeune qui en est encore au stade de l'établissement de ses bases méthodologiques : les référentiels expérimentaux sont peu nombreux, il n'existe pas de définition établie des types de traces et de consensus sur la façon de les décrire, la pertinence des différentes techniques d'observation et de caractérisation des usures reste à évaluer. Le bilan présenté ici reprend différents travaux s'intéressant à l'étude des tracéologique d'outils utilisés ou façonnés en percussion diffuse posée et / ou lancée (en particulier : Adams, 1988, 1989 ; de Beaune, 1993a ; Ibañez Estèvez & Gonzalez Urquijo, 1994 ; Fullagar et Field, 1997 ; Hamon, 2000 ; Mansur et Srehnisky, sous presse ; Mansur, 1997 ; Procopiou *et al.*, 1998 ; Procopiou, 1998).

### **2.1. Les expérimentations**

Les référentiels expérimentaux établis portent sur l'utilisation de galet ou bloc brut, d'outils de broyage, le travail des pierres par polissage, bouchardage ou piquetage. Différents types de roches métamorphiques, détritiques et basaltiques ont été testés. Les protocoles envisagent parfois l'utilisation de différentes roches pour un même type de travail ou encore d'une même roche pour le broyage de différentes matières. En ce qui concerne le matériel de broyage, le référentiel le plus développé reste à ce jour celui de Adams (1988, 1989) effectué sur un outillage en grès et orienté principalement vers la comparaison de différentes matières travaillées. Adams (*op. cit*) teste par ailleurs les possibilités de différencier un fonctionnement en couple (meule – molette) d'un fonctionnement isolé (abraseur, polissoir, palisson).

### **2.2. Les techniques d'observation**

Les techniques d'observation mises en œuvre sont diverses : macroscopiques ou à la loupe binoculaire (e.g. de Beaune, 1993a, Ibañez Estèvez & Gonzalez Urquijo, 1994 ; Hamon, 2000),

au microscope métallographique et par analyses d'image de répliques en silicone (e.g. Mansur & Srehnisky, sous presse), par analyses en rugosimétrie<sup>18</sup> permettant de décrire de façon quantitative la formation des surfaces d'usure (Procopiou, 1998 ; Procopiou *et al.*, 1998).

Ce matériel étant généralement volumineux, l'observation, en particulier, à forts grossissements pose techniquement un problème. A notre connaissance, seuls Mansur et Srehnisky (*op. cit*) et de Beaune (*op. cit*) précisent l'utilisation d'empreintes.

Selon de Beaune (1993a), une étude macroscopique des traces permet de différencier l'emploi du martelage ou du piquetage pour la réalisation d'une cupule dans différents types de roche. L'étude au microscope apparaît en revanche décevante. Le travail réalisé par Adams (1988, 1989) démontre que les observations à la binoculaire permettent, pour le grès, de différencier des grandes catégories de matières travaillées selon de leur propriété (abrasive, présence de matière grasse etc.) ainsi que de déterminer le mode d'utilisation des objets. Une détermination plus poussée pourrait réclamer des analyses à plus forts grossissements fondées sur la recherche de micro-poli. Les travaux de Mansur (1997) et de Fullagar et Field (1997) attestent du développement de micro-poli au moins sur certains de ces outils.

Les différents procédés d'observation des surfaces conditionnent les modes de caractérisation des traces.

## **2.3. La caractérisation des traces**

Pour effectuer un bilan des types de traces définis lors de ces recherches nous distinguerons les descriptions qualitatives (reposant sur la description des états de surface à différents grossissements) des descriptions quantitatives (les exemples connus portent sur les analyses d'image par courbes de niveau de gris ou de luminosité ; les études en rugosimétrie tactile).

### **2.3.1. Les descriptions qualitatives**

Adams (1988, 1989) propose un procédé de caractérisation et d'interprétation des traces reprenant différents principes définis en tribologie<sup>19</sup>. Elle distingue ainsi :

- l'usure par abrasion entraînant une déformation plastique des aspérités du matériau tendre et produisant des stries et des rayures ;
- l'usure par adhésion ou transfert de matériaux entraînant des déformations plastiques sur les aspérités ou au contraire des adhésions de matériel sur une surface ;
- l'usure par fatigue entraînant des fractures et des déformations plastiques des aspérités ;

---

<sup>18</sup> rugosimétrie : d'après Beyries *et al.* (1988), Procopiou *et al.* (1998), Procopiou (1998) la rugosimétrie peut être définie comme une méthode d'analyse en trois dimensions des surfaces. Un système d'acquisition des données topographiques est couplé à un ordinateur permettant une retranscription en images en trois dimensions et le traitement des mesures numériques fournies. Le système utilisé peut être tactile (palpage de l'objet avec une pointe en diamant) ou laser, ces différents procédés offrant des profondeurs de champs différentes.

<sup>19</sup> tribologie : d'après le Petit Larousse : science et technologie des frottements des surfaces en contact animées d'un mouvement relatif.

- l'usure par réaction chimique dont les traces apparaissent comme un niveau lustré et sont souvent appelées "poli".

Pour décrire les variations des états de surfaces observées en fonction des matières broyées, les caractères les plus pertinents sont le type d'altération affectant les grains (arrachement, fracture ou émoussé) et l'amplitude de cette altération (sommet, pourtour du grain, usure développée ou non dans les anfractuosités du microrelief).

Les descriptions proposées par Procopiou (1998, p.189 et suivantes) concernant le matériel expérimental portent essentiellement sur l'aspect du microrelief où sont distingués : écrêtage, homogénéisation, et lissage des aspérités d'aspect mat ou brillant. Pour chaque caractère l'auteur mentionne sa répartition sur la surface. La nature du référentiel expérimental ne se prête pas ici à la comparaison des traces produites en fonction des matières travaillées. Pour la description du matériel archéologique, les usures sont caractérisées en fonction des termes précédemment présentés, l'auteur y ajoute "*usure du piquetage*". Le sens de la terminologie employée est précisé à cette occasion : (p.193) homogénéisation et lissage pourraient correspondre à différents stades de rugosité des aspérités affectées par l'usure. L'auteur complète par ailleurs ces descriptions par l'observation des grains composant la matière en caractérisant les altérations dont ils témoignent.

Le référentiel issu de la tracéologie "classique" a été par ailleurs utilisé pour la description des micropolis observés sur des objets archéologiques (e.g. Fullagar et Field, 1997). Les études de Mansur (1997) ont débouché sur la caractérisation d'un nouveau type de micropoli formé lors du polissage de la pierre avec un agent abrasif qui est défini comme suit :

- sur le matériel expérimental, pour les galets de rhyolithe et de tuf, le polissage a une texture régulière (*even*) et lustrée (*glossy*). Il présente des stries parallèles peu profondes. Ces caractéristiques le différencient des polissages naturels. Ces traces ne se développent pas sur le galet en amphibolite : les amphiboles se détachent en petits éclats, on n'observe pas de polissage, de stries ou d'émoussé. Les seuls indices du travail sont décelables sur les grains de quartz dont les arêtes sont émoussées et dont la surface légèrement modifiée.

- Les micropolis d'utilisation peuvent être distingués de ceux résultant du polissage sur la base de leur épaisseur, de certaines caractéristiques micro-topographiques, ainsi que par leur distribution sur la surface qui est restreinte aux parties actives de l'outil.

### 2.3.2 Les descriptions quantitatives

Elles restent à ce jour peu nombreuses. Les courbes de niveaux de gris et de luminosité produites par Mansur et Srehnisky (sous presse) permettent, à notre avis, de compléter de façon très parlante les illustrations des traces d'usure. Elles ne constituent pas réellement, à ce stade du développement et de l'application de la technique, de quantification des usures.

Les études en rugosimétrie tactile menées par Procopiou et collaborateurs ont été plus développées dans ce sens (Procopiou, 1998 ; Procopiou *et al.*, 1998). Elles ont pour le moment essentiellement été orientées vers la détermination du taux d'usure de la pièce : l'usure étant définie comme un processus entraînant une régularisation des parties hautes de la surface active, le calcul du taux de portance permet de mesurer l'amplitude du relief et le



développement de zones aplanies sur les aspérités. Ces études n'ont pas encore été employées pour différencier les traces produites par le broyage de différentes matières. Le programme expérimental développé par Procopiou *et al.* illustre par ailleurs l'intérêt des études en rugosimétrie pour caractériser les processus de formation des usures.

## **2.4. Applications à l'étude du matériel archéologique**

La plupart de ces travaux sont méthodologiques et les applications à l'étude du matériel archéologique demeurent peu développées. C'est le cas en particulier des études de Adams (1988, 1989) dans lesquelles la démarche d'analyse proposée n'a que peu été confrontée à l'analyse d'outils archéologiques. Les auteurs aboutissent parfois à des hypothèses fonctionnelles précises (mode d'utilisation, type de matière travaillée, éventuellement utilisation d'adjuvants) : en particulier Ibañez Estévez & Gonzalez Urquijo (1994), Mansur & Srehnisky (sous presse) et Mansur (1997). Notons que dans ces études, les expérimentations ont été effectuées en fonction de problématiques précises posées à la suite d'une étude préliminaire des objets archéologiques. Les études de Procopiou débouchent nécessairement sur une réflexion concernant le taux d'usure des pièces archéologiques.

## **2.5. Synthèse des recherches méthodologiques effectuées**

Ces différentes recherches permettent de caractériser les traces produites lors de l'usage d'un outil de roche grenue en percussion posée diffuse de la façon suivante : l'utilisation entraîne un nivellement de la surface défini par Procopiou *et al.* (1998) comme une formation de zones planes ou plateaux sur les aspérités. Selon les expérimentations d'Adams (1988, 1989), à faibles grossissements, le nivellement peut être général (pas d'opposition zone plane / zone en creux ou interstices) ou encore très peu prononcé. Les deux recherches concluent que ce nivellement est lié à un processus d'usure essentiellement mécanique. Ceci rejoint les hypothèses de Mansur (1997) portant sur le travail de polissage.

Les études de Adams (*op.cit*) démontrent les possibilités de déterminer le fonctionnement de l'outil ainsi que des catégories générales de matières travaillées à partir d'observations à faibles grossissements sur un outillage en grès. Celles de Mansur (*op. cit*) attestent des possibilités de différencier les traces résultant d'un travail des surfaces par polissage des micropolis d'utilisation sur plusieurs types de roche.

En ce qui concerne les observations à faible grossissement, on trouve dans plusieurs études une tendance à décrire les différences dans les traces d'usure observées en fonction de l'état d'altération des grains composant la matière. Ce type de description est explicité en particulier par Adams (1988, 1989) qui présente par ailleurs le référentiel expérimental le plus développé. Il est remarqué par plusieurs chercheurs que la nature minéralogique des grains influence la formation des types de traces : certains minéraux, en particulier le quartz, apparaissent plus marqueurs que d'autres. Plus généralement, Fullagar et Field (1997) notent que, sur certaines matières premières, les traces sont beaucoup moins marquées voire ne se développent pas. Plusieurs recherches attestent de la possibilité de reconnaître des

micropolis d'utilisation sur différents types de roche. Une caractérisation chimique des micropolis n'a pas été tentée dans les travaux effectués. Néanmoins deux des études présentées associent étude des traces d'usure et recherche de résidus de matière travaillée.

## Chapitre 3 : La recherche de résidus

Nous présenterons un bilan rapide des méthodes d'analyse développées pour mettre en évidence des résidus de matière travaillée, utilisée, imprégnant ou adhérent à un outil ou à un ustensile pouvant servir de récipient. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux travaux effectués sur des outils de broyage et de percussion. Nous distinguerons dans ce bilan matières minérales et organiques car elles ne réclament pas les mêmes procédés d'identification.

### 1. Matières minérales

L'identification des résidus de matières minérales est parfois possible lors de l'observation macroscopique des pièces, c'est le cas par exemple de l'ocre que nous traiterons plus particulièrement ici. Pour le matériel de percussion en général, les imprégnations d'ocre sont souvent considérées comme les seules traces "évidentes" témoignant de la matière travaillée. Nous avons vu que leur présence fonde différentes théories portant sur les origines et le développement du matériel de broyage dans le système technique des populations préhistoriques.

La détermination des matières colorantes adhérents aux outils repose parfois sur une analyse des composants élémentaires (par diffraction au rayon X ou à l'aide d'un MEB équipé d'un système permettant l'analyse des composants élémentaires). Par ailleurs, ces résidus peuvent témoigner de modes de préparation ou d'utilisation variables. Différents procédés ont été développés afin de déterminer la composition des mélanges (pour une synthèse voir Couraud, 1983, 1988, Régert, 1993) ainsi que les modes de préparation des matériaux (par exemple, pour les recettes de peintures : Clottes *et al.*, 1990 ; Pepe *et al.*, 1991).

Les travaux de Vandiver *et al.* (1992) donnent un exemple d'application de ces approches au matériel de broyage. Ils portent sur deux mortiers provenant de collections anciennes du site de la Madeleine. Les auteurs utilisent des observations au MEB et une analyse par diffraction au rayon X. Plusieurs zones de la pièce sont étudiées, certaines correspondent à des tâches de couleur rouge déterminée comme étant un mélange d'hématite et d'argile. Les colorants ne sont cependant pas localisés dans la concavité des mortiers. A notre connaissance, peu d'études de ce type ont été effectuées pour le matériel de broyage. Pour l'outillage natoufien, des analyses des composants minéralogiques par diffraction des rayons X et chimiques par spectrométrie de masse ont surtout été entreprises afin de déterminer les sources d'approvisionnement (Weinstein-Evron et Ilani, 1994). Elles ont aussi permis d'apporter des précisions sur l'utilisation de traitement thermique.

L'identification d'un travail ou d'une utilisation de l'ocre est souvent déduite de la simple présence du colorant sur un outil. Il est cependant nécessaire d'attester que les résidus ne résultent pas d'une pollution du sédiment encaissant par exemple en étudiant leur répartition par rapport aux surfaces actives de l'objet. Comme le démontre par exemple les travaux de

Ibañez Estèvez & Gonzalez Urquijo (1994) et Fratt & Biancaniello (1993), une démarche d'analyse rigoureuse doit s'appuyer sur une étude des traces d'usure. L'exemple de l'ocre illustre bien la nécessaire complémentarité entre analyse de résidus et études tracéologiques.

L'identification d'autres types de matières travaillées est plus problématique. Beaucoup de travaux se sont intéressés à la recherche de traces de matières organiques celles-ci représentant un large registre des matériaux utilisés ou consommés par les préhistoriques.

## **2. L'identification des matières organiques : recherches de résidus organiques ou minéraux**

Les présentations faites par Régert (1996) et Régert & Rolando (1996) concernant l'étude des résidus organiques sont en partie reprises ici : les matériaux organiques sont définis comme un ensemble hétérogène de vestiges pouvant être étudiés par des méthodes très différentes. Certains, comme les os, ont conservé une forme caractéristique suite à un processus de minéralisation et peuvent donc être identifiés et déterminés taxonomiquement. C'est aussi le cas par exemple des graines, des pollens, des charbons. D'autres matériaux organiques ne sont présents que sous forme résiduelle : les problèmes de conservation, les transformations qu'ils ont pu subir en vue d'une consommation ou d'une utilisation ou encore leur nature amorphe (c'est-à-dire qui ne présentent aucune morphologie, quelle que soit l'échelle d'observation, Régert, 1996) rend leur identification (présence et détermination taxonomique) moins évidente. C'est le cas en particulier des résidus adhérents à des outils lithiques ou piégés dans les anfractuosités de ces outils. Ces résidus peuvent être repérés à l'échelle macroscopique ou microscopique, leur identification nécessite en général des études chimiques et biochimiques. Les plantes et les animaux contiennent par ailleurs une variété de composants minéralogiques (e.g. Anderson, 1980 ; Jähren *et al.*, 1997). Les phytolithes par exemple, petits corps de silice se formant à l'intérieur des plantes vivantes et prenant la forme des cellules de l'épiderme, peuvent être reconnus et identifiés à forts grossissements à des niveaux taxinomiques variés (e.g. Anderson-Gerfaud, 1984-85 ; Mulholland et Rapp, 1992 ; Rosen, 1992).

Ainsi, la détermination des matériaux organiques travaillés par un outil peut être effectuée en recherchant des signatures particulières de ces matières sous la forme de résidus organiques ou minéraux. Pour des raisons de conservation, la recherche de résidus minéraux a souvent été privilégiée.

### **2.1. Recherche de résidus minéraux de matière organique**

L'étude de résidus minéraux de matière organique appliquée à l'analyse fonctionnelle des industries lithiques peut être présentée à travers l'exemple des travaux de Anderson (e.g. 1980 ; Anderson-Gerfaud, 1981). Ses expérimentations mettent en évidence la présence de phytolithes associés aux micro-polis développés lors du travail des végétaux non ligneux. Le travail du bois et des matières osseuses laisse aussi des résidus minéraux caractéristiques

participant à la formation du micro-poli. Ils peuvent être identifiés par leur structure et parfois leur composition chimique (observations au MEB à des grossissements généralement supérieurs à 1000 X et analyse d'énergie dispersive avec système EDS), la morphologie des résidus est un des critères principaux. Sur cette base, une détermination précise du type de plante ou de matière animale travaillée est généralement possible. Ceci nécessite la constitution de collection de référence : extraction des composants minéraux et étude de leur structure et composition chimique. Dans ce domaine, si l'on se fonde sur les constats de Unger-Hamilton 1984), Anderson-Gerfaud *et al.* (1987) et Jahren *et al.* (1997) beaucoup de travail reste encore à faire. Les modalités de conservation de ces résidus sont par ailleurs à préciser. Les problèmes de pollution ou contamination semblent en partie contrôlés dans ces approches par une étude croisée des traces d'usure et des résidus associés.

De telles analyses ont été appliquées à l'étude d'outils de broyage notamment par Procopiou (1998, p.176-182) et Fullagar et Field (1997). Le référentiel de Procopiou (*op. cit*) comprend des meules expérimentales (utilisée pour le décorticage ou le broyage des grains sans la balle) et ethnologiques ainsi que différents produits, plus ou moins fins, de la transformation d'orge et d'amidonnier. Ces derniers contiennent tous des phytolithes provenant de l'épiderme des glumes. Par ailleurs, plus la granulométrie du produit est fine, plus les phytolithes sont fragmentés et altérés. L'examen des meules expérimentales et ethnologiques atteste de la présence de phytolithes sur la surface des outils, ils proviennent des glumes mais aussi, dans les cas des meules ethnologiques, d'autres parties de la plante. L'étude de différentes meules archéologiques ne révèlent cependant pas de tels résidus. Les cellules courtes (issues d'une silicification partielle des cellules de l'épiderme de feuilles) dominant, leur présence pourrait être liée à une contamination. L'auteur souligne la nécessité d'une analyse du sédiment encaissant afin de contrôler les problèmes de pollution des surfaces des outils. Fullagar et Field (1997) retrouvent des phytolithes et des grains d'amidon sur la surface des outils de broyage de Cuddie Spring (Australie) dont les plus anciens niveaux sont datés de 30.000 BP. Les grains d'amidon constituent une autre forme de résidus (non minéraux) pouvant être étudiées en fonction de leurs caractéristiques morphologiques. Procopiou (1998, p.168) constate cependant d'importants problèmes de conservation et de dégradation.

## **2.2. Recherche de résidus organiques**

Deux approches sont distinguées par Régert (1996) : la biochimie et la chimie analytique.

L'approche biochimique peut être illustrée par les études portant sur l'analyse des résidus sanguins (e.g. Loy, 1983 ; Loy et Wood, 1989 ; Yohe *et al.*, 1991). Différents tests sont utilisés pour déterminer la présence de résidus sanguins (réaction d'un liquide à la présence d'hémoglobine) et pour identifier l'espèce d'origine (étude du processus de cristallisation de l'hémoglobine). Afin de contrôler leurs résultats, les chercheurs font appel à des tests immunologiques. Une étude plus récente remet cependant en cause non seulement les probabilités de conservation de l'hémoglobine mais aussi les possibilités de détermination par des analyses biochimiques ainsi que la validité des tests immunologiques (Fiedel, 1996).

La chimie organique analytique est fondée sur l'utilisation couplée de la chromatographie en phase gazeuse (CPG) et de la spectrométrie de masse (SM) : elle permet l'étude de mélanges

moléculaires complexes (Régert, 1996 ; Régert et Rolando, 1996). Selon Régert et Rolando (1996, p.122), la démarche d'analyse peut être résumée comme suit : "*En connaissant la composition naturelle de matériaux actuels de référence et en intégrant l'étude des processus naturels et anthropiques de dégradation des substances organiques, il est possible, à partir de l'ensemble des constituants moléculaires identifiés, de déterminer la nature (protéines, lipides, sucres, terpènes etc.) et l'origine naturelle (animale, végétale à différents niveaux – spécifique, générique) des échantillons étudiés.*" En général, un premier examen des échantillons archéologiques au MEB permet d'identifier leur fraction minérale et de déterminer la présence ou non de matière organique. Les analyses en CPG/SM permettent ensuite d'identifier les constituants moléculaires dont certains seront indicateurs de la nature du résidu, de dégradations anthropiques ou naturelles ou encore d'une contamination.

Les recherches effectuées par Procopiou et collaborateurs (Procopiou, 1998 ; Formenti et Procopiou, 1998 ; Procopiou et Formenti, 2000) se sont intéressées à l'identification des lipides constituant les céréales à travers l'étude des acides gras qu'elles contiennent en faible quantité. Les applications à l'étude de différents sites archéologiques apparaissent en définitive peu concluantes. Une poursuite des recherches méthodologiques est nécessaire, en particulier pour déterminer d'autres biomarqueurs des céréales. L'étude effectuée par Jones (1990) illustre aussi les difficultés à interpréter les résultats obtenus selon les référentiels disponibles.

La mise en évidence de résidus organique a aussi été envisagée selon des procédés d'analyse plus simples. Christensen et Valla (1999) proposent par exemple l'étude d'une pierre à rainure natoufienne au MEB couplé à un détecteur de rayon X. La comparaison des spectres obtenus sur différentes zones de la pièce mettent en évidence dans la zone active la présence d'une association entre calcium et phosphore indiquant le travail d'os ou de bois de cervidé.

## **Conclusions**

Parmi les études envisageant le matériel de broyage selon une problématique fonctionnelle, différentes approches ont été suivies, elles peuvent être classées en fonction leurs objectifs et/ou résultats :

— la détermination du fonctionnement de l'outil : elle permet de caractériser les gestes de percussion et plus généralement comment le travail est effectué. Elle repose essentiellement sur l'analyse de la forme générale de l'objet et l'étude détaillée des surfaces d'usures pouvant inclure des observations à faibles grossissements ou selon différentes techniques d'observation (approche tracéologique) ;

— détermination de la matière travaillée : deux approches ont été suivies en archéologie, celles des analyses tracéologiques et de la recherche de résidus.

Si la mise en évidence de la matière travaillée peut apparaître comme la démarche la plus pertinente ou directe pour répondre à la question de la fonction du matériel de broyage, la détermination du fonctionnement de l'outil doit être aussi considérée comme essentielle. L'analyse des variations morphologiques et des matières premières apporte sur ce point des

éléments déterminants. Cependant, l'interprétation de ces données nécessite de comprendre les modalités de gestion de l'outillage.

Ainsi, nous proposons d'envisager l'étude des formes et des matières premières selon une approche technologique et taphonomique visant à caractériser les différentes phases de vie de l'objet comprenant : acquisition de la matière première, mise en forme, cycle utilisation/ravivage, processus de recyclage et de réemploi, incidence des processus post-dépositionnels sur les formes, les états de surface des pièces, la composition de l'assemblage. *A priori*, cette démarche peut permettre de caractériser la gestion de l'outillage et ainsi de mettre en évidence une sélection des roches, de comprendre la variabilité morphologique de l'outillage. Elle peut aussi déboucher sur la proposition d'hypothèses quant à la présence d'outils spécialisés ou orientés vers le travail de matières diverses. Cependant, cette approche n'est pas sans poser problème, les limites d'interprétation reposent par exemple sur les difficultés à démontrer l'association entre outils actifs et passifs. Elles sont aussi inhérentes à la structure de l'assemblage et à l'état de conservation des objets. Ces limites soulignent l'intérêt des approches pluridisciplinaires visant à prendre en compte, dans la mesure du possible, l'ensemble des caractéristiques extrinsèques et intrinsèques de l'outillage, étudiées selon différentes méthodes d'analyses. Les études tracéologiques et la recherche de résidus peuvent être considérées comme deux voies de recherche à privilégier. L'application de ces méthodes d'analyse à l'étude du matériel de broyage est en voie de développement. Nous avons choisi de nous intéresser plus particulièrement à l'approche tracéologique. Les différents travaux effectués dans ce domaine montrent le potentiel de cette approche, cependant une variation effective des traces d'usure selon le fonctionnement de l'outil et les matières travaillées reste à démontrer pour l'outillage en basalte et en calcaire qui domine les assemblages natoufiens.





## **Partie III**

**Une approche tracéologique :  
présentation d'un référentiel  
expérimental**

Les études tracéologiques de matériel de broyage restent à ce jour peu développées. L'élargissement du champ de la discipline à cet outillage nécessite en premier lieu de compléter les référentiels expérimentaux constitués en testant les propriétés de nouvelles roches selon des fonctionnements en percussion diffuse. La reproduction expérimentale des outils et de leurs modes d'utilisation constituent en effet les fondements de la démarche d'analyse tracéologique et permet d'établir les possibilités de diagnostiquer geste d'utilisation et matières d'œuvre à partir de l'étude des surfaces actives à différents grossissements.

Selon les questions abordées, même si l'on s'intéresse à une catégorie spécifique d'outils, différentes collections de référence peuvent être élaborées. Dans ce travail, le référentiel expérimental a été constitué en adéquation d'une part avec les besoins de la problématique archéologique définie dans la première partie de ce mémoire et d'autre part en fonction de l'état de la recherche méthodologique en tracéologie appliquée à l'étude du matériel de broyage.

### ***Questions archéologiques***

Pour tester les hypothèses proposées concernant le développement des outils de broyage au Natoufien et son lien avec les systèmes d'exploitation des végétaux, différentes questions pouvaient orienter la constitution de ce référentiel :

- déterminer les matières travaillées par les outils : les études ethnologiques attestent de la diversité des matériaux transformés par cet outillage, on ne peut donc considérer à priori qu'il témoigne du traitement des ressources végétales ;
- tester l'efficacité relative des divers outils de broyage natoufiens (formes creuses et plates) pour le traitement de matières différentes afin de comprendre la diversité typologique et la représentation relative des différents outils au sein des assemblages natoufiens ;
- estimer les quantités produites et caractériser les types de produits obtenus afin d'évaluer la place des activités mises en évidence au sein des stratégies de subsistance.

La détermination des matières travaillées par les outils peut être considérée comme préliminaire à l'étude des autres problématiques mentionnées. Elle a ainsi constitué l'axe principal de cette recherche.

### ***Un état de la recherche méthodologique***

En tracéologie "classique", la multiplication et la reproduction des expérimentations ont permis de définir et de préciser les procédés de diagnose fonctionnelle employés pour l'étude des industries lithiques. En ce qui concerne les outils de broyage, les référentiels restent à ce jour peu nombreux. Les plus développés ont porté sur des outils en grès. Cette roche a peu été employée pour la production d'outils de broyage au Natoufien, calcaire et basalte dominant les séries. Différents auteurs ont noté une variabilité dans la formation des traces d'usage en fonction des matières premières des outils. Ainsi, l'hypothèse d'un développement effectif des traces d'usage sur des outils en basalte ou en calcaire devait être démontrée. Par ailleurs, différents procédés d'observation et de caractérisation des traces ont été testés. Cependant,

aucune démarche analytique n'apparaît à ce jour réellement établie et l'apport des différentes techniques d'analyse des traces reste à préciser.

Les approches tracéologiques bénéficient du développement récent des applications de la tribologie à l'étude du matériel archéologique. Les recherches en tribologie attestent que tout contact de type frottement impliquant deux (l'outil et la matière) ou trois éléments (deux outils, la matière étant intercalée entre eux) génère une usure (Blouet, 1978). L'usure est définie comme une perte de matière, un endommagement ou encore comme une manière de dissiper l'énergie (Blouet, 1978 ; Georges, 2000). Les analyses effectuées dans ce domaine ont permis de définir des facteurs déterminant l'usure, des effets et des mécanismes (Blouet, 1978). Selon Blouet (1978), ces facteurs comprennent :

- le mode de contact, dépendant de la forme géométrique des objets ;
- l'état de surface microgéométrique, en considérant l'aire réelle de contact et ses imperfections ;
- la charge, donnant une mesure de la force ou pression appliquée aux points de contact ;
- la vitesse, c'est-à-dire la vitesse de glissement ;
- l'ambiance (nature du milieu environnant dans lequel se déroule les expérimentations) ;
- la nature des matériaux.

Les recherches en tracéologie permettent aussi de cerner la multiplicité des paramètres entrant en jeu dans les processus de formation des traces d'usage. Ces différents travaux nous amènent à définir les principales variables à prendre en compte pour l'établissement de notre référentiel expérimental comme suivant :

- les modes de contact : ils seront déterminés par la morphologie des outils et leur fonctionnement, ce dernier paramètre comprenant le nombre d'éléments constituant le système (le matériel de broyage correspond à des systèmes trois éléments comprenant outils actif et passif ainsi que la matière d'œuvre), geste d'utilisation, positionnement de l'outil et utilisation d'aménagements annexes ;
- l'état de surface microgéométrique : dépendra des traitements des surfaces active, de la présence ou absence de façonnage et du type de façonnage et de la nature des roches ;
- la charge et la vitesse dépendent en partie du geste d'utilisation, du positionnement du corps et de la force de l'opérateur ;
- l'ambiance peut être déterminée par le lieu où les expérimentations se déroulent (en laboratoire ou en plein air), la température, l'humidité ambiante ;
- la nature des matériaux comprend celle de la matière première des outils et de la matière travaillée ;
- le temps d'utilisation.

### ***Un axe de recherche prioritaire : déterminer les matières travaillées***

Un protocole expérimental exhaustif nécessite l'analyse comparée de l'influence de chacun de ces facteurs en les faisant varier de façon isolée ou covarier de façon raisonnée. Afin

d'établir l'incidence de la matière d'œuvre dans la formation des usures, plusieurs paramètres ont été maintenus constants :

- nous nous sommes attachée au travail en percussion posée diffuse (outils plats de type meule/molette mais aussi abraseur, polissoir, palisson), avec des objets en basalte, cette roche dominant les assemblages archéologiques étudiés. Le choix d'une étude de l'outillage plat correspond en partie à une nécessité méthodologique : nous avons opté pour des outils plus aisés à reproduire afin de nous consacrer essentiellement à la phase d'utilisation. Par ailleurs, ce matériel pose un problème particulier en ce sens que l'on ne peut établir sur la seule base de la forme de l'outil qu'il a effectivement fonctionné en couple (avec outil actif et passif). La nécessité de différencier le matériel de broyage des outils travaillant seul la matière prend une importance particulière dans le contexte du Natoufien où l'hypothèse d'un remplacement des mortiers et pilons par les meules et molettes à la fin de la période a été avancée.
- en ce qui concerne les paramètres de force de pression et de vitesse de frottement, dans la mesure où toutes les expérimentations ont été réalisées par la même personne, selon les mêmes gestes, cette variable peut être considérée comme ayant été maintenue relativement constante.

Les expérimentations se sont déroulées dans différents lieux, en France et en Israël, la plupart du temps en plein air mais aussi en laboratoire. Il n'y a pas ici de contrôle du paramètre du milieu ambiant, de la température et du taux d'humidité. Nous avons considéré que ce paramètre avait une incidence négligeable dans les protocoles mis en oeuvre.

### ***Organisation de la partie***

Nous détaillerons dans une première partie l'ensemble des variables devant être prises en compte dans l'établissement de notre référentiel expérimental (Chapitre I. L'établissement d'un référentiel expérimental). Dans la dernière section de cette partie, les choix effectués parmi les variables à tester sont résumés et nous donnerons une présentation synthétique des expérimentations réalisées ; les procédures d'étude et de description des traces seront ensuite décrites. Un second chapitre sera consacré à la présentation détaillée des protocoles et résultats des études à faibles grossissements de chaque expérimentation. Une synthèse de ces résultats ainsi qu'une discussion portant sur les critères d'analyse des surfaces sont proposées dans un troisième chapitre (Chapitre III : Bilan des observations à faibles grossissements, quels apports pour une approche fonctionnelle ?). L'analyse des surfaces à forts grossissements (microscope à lumière transmise, à lumière incidente et à balayage électronique ou MEB) sera présentée en dernier lieu (Chapitre IV : Analyses à forts grossissements).

# **Chapitre I. L'établissement d'un référentiel expérimental**

## **1. Différentes variables et choix effectués**

Le référentiel constitué porte donc sur les outils plats en basalte fonctionnant selon des systèmes impliquant deux ou trois éléments. Pour l'étude de ces systèmes, l'incidence de différentes variables pouvant déterminer la formation de traces d'utilisation doit être prise en compte. Celles-ci comprennent :

- la matière première de l'outil ;
- les mises en forme ;
- le fonctionnement de l'outil ;
- la matière travaillée ;
- les temps d'utilisation.

L'objectif de cette partie est de caractériser chacune de ces variables en fonction du contexte archéologique et, si nécessaire, de données ethnologiques. Il est aussi d'évaluer leur incidence potentielle sur les stigmates d'usage c'est-à-dire la morphologie générale des surfaces actives, la nature des traces d'usage observables à différents grossissements et leur répartition. Ce bilan débouchera sur la définition de l'ensemble des expérimentations envisageables, les choix effectués pour la constitution du référentiel expérimental pourront être ainsi explicités.

### **1.1. La matière première**

Il existe au sein des roches basaltiques une importante variabilité. Parmi les séries archéologiques étudiées, les types représentés se situent généralement dans la catégorie des basaltes grenus composés de cristaux observables à faibles grossissements. A l'intérieur de cette classe, la variabilité des roches reste importante que ce soit au niveau de leur composition minéralogique, de la cohésion des cristaux, de la présence de vacuole. Il conviendrait donc de déterminer dans quelle mesure les différences observées dans les types de basalte collectés par les natoufiens peuvent induire des variations dans l'efficacité du travail effectué, le comportement de la roche au cours de l'utilisation et la formation des traces d'usure.

Si l'on reprend les données de Shoumacker (1993), les caractéristiques des roches considérées comme déterminantes dans le processus de broyage et pour le comportement de la roche au cours de l'utilisation sont : les types de cristaux composant la roche (en particulier leur dureté et leur morphologie) jouant le rôle d'abrasifs, l'indice de tassement des grains caractérisant la structure de la roche, la cohésion de celle-ci et sa porosité. La nature de la roche influe sur l'efficacité du travail, l'évolution morphologique de la pièce au cours de

l'utilisation, la formation des traces d'usure. Par exemple, l'altération de la surface lors de l'utilisation peut varier selon que la roche libère plus ou moins d'abrasif, se ravive au cours du travail ou a tendance à patiner. La nature des cristaux peut, comme nous l'avons précédemment mentionné, influencer sur les processus de formation de certains types d'usure ou encore sur leur lisibilité. Les variations des matériaux restent donc un paramètre à prendre en compte. Il est d'autant plus complexe si l'on s'intéresse aux outils fonctionnant en couple : nous devons alors prendre en compte l'interaction des différentes roches en contact. Procopiou (1998, p.185-186) pose les principes suivant : la composition physique, chimique ainsi que la texture des deux outils vont avoir une influence dans la réaction des surfaces. Par ailleurs, la variation texturale d'un même bloc peut provoquer une usure différentielle de la même surface. En somme "*l'usure de la pièce passive dépend de la dureté, de la structure ainsi que de l'état de surface de la pièce active et vice-versa.*"

## **1.2. La mise en forme des objets**

Le matériel archéologique présente une grande variabilité de forme. Théoriquement, dans la mesure où aucun indice d'exhaustion ou de réemploi de la pièce n'est mis en évidence, les assemblages traduisent la diversité des morphologies utilisées. Nous avons vu, dans la section précédente consacrée à la méthodologie, que la forme des outils résulte, au moins en partie, de leur fonctionnement. Au cours de l'utilisation, elle est susceptible d'influer notamment sur l'évolution de la morphologie des zones actives et la répartition des usures sur cette surface. Il serait donc nécessaire de reproduire selon les chaînes opératoires et les techniques de travail identifiées dans les séries archéologiques, les différentes catégories morphologiques représentées et de tester des utilisations diverses. Les expérimentations de Adams (1999), effectuées sur plusieurs catégories de meules et de molettes, démontrent l'intérêt de telles démarches pour évaluer l'efficacité de différentes techniques de broyage en fonction des matières travaillées et des produits finis recherchés, plus généralement pour comprendre la variabilité morphologique de l'outillage.

Pour l'étude des stigmates d'usage développés sur les zones actives, il paraît important d'expérimenter sur des surfaces travaillées selon les mêmes procédés que ceux employés par les préhistoriques. Comme ceci a été souligné par différents chercheurs, les modes de traitement des surfaces actives ne sont pas toujours identifiables sur le matériel archéologique car effacés par l'usure (e.g, Wright, 1992b ; Procopiou, 1998). Si l'on se fonde sur l'observation des zones non altérées par l'usage, le travail par bouchardage / piquetage domine dans les séries étudiées ici. Les données ethnologiques documentent généralement l'utilisation de cette technique afin d'éliminer les irrégularités importantes de la surface, d'aménager une partie concave ou de créer une surface rugueuse. Elles illustrent aussi l'utilisation de l'abrasion : par exemple pour la fabrication de meules et de molettes complémentaires, lors de la phase finale de mise en forme, la molette est frottée contre la meule afin d'éliminer les irrégularités et de s'assurer de bonnes surfaces de contact entre les deux outils. Il conviendrait donc de tester les variations des usures en fonction de différents états de surface, en particulier : naturel, bouchardé, bouchardé et abrasé.

### 1.3. Le fonctionnement

La définition du fonctionnement de l'outil renvoie aux paramètres suivants : le caractère actif ou passif de l'outil ; le mode de percussion : lancée, posée, combinaison des deux ; la direction du geste et son incidence sur la matière : mouvement de va-et-vient, circulaire, aléatoire, incidence oblique, perpendiculaire ou parallèle ; le type de préhension (une ou deux mains) ; la position du corps ; l'éventuelle utilisation d'aménagement(s) annexe(s). Dans le registre des outils travaillant en percussion posée diffuse, quelles variations doivent être envisagées et quelles peuvent être leur incidence sur la formation des traces d'usage ?

Les outils travaillant en percussion posée diffuse sont répartis en deux modes principaux de d'utilisation : en couple (associant percutant et répercutant) ou isolé. A l'intérieur de chacun d'eux, plusieurs variations de fonctionnement peuvent intervenir.

- Dans le cas d'une association meule / molette, le travail en percussion posée diffuse peut varier en fonction de la direction du geste et de l'inclinaison de l'outil actif sur la pièce, du positionnement du corps et du type de préhension. On ne peut par ailleurs exclure un geste accompagné d'une percussion lancée. La force et la vitesse mises en œuvre lors du broyage constituent d'autres paramètres importants. Elles dépendent, entre autres, des parties du corps utilisées pour produire la force motrice et donc du positionnement de celui-ci (Bril, 1984, 1993). Des variations de fonctionnement peuvent aussi comprendre l'utilisation d'aménagements annexes pour contenir la matière travaillée, récolter le produit fini, maintenir les outils. Même s'il l'on se situe dans un mode d'action sur la matière spécifique, il existe donc de multiples cas de figure à tester. *A priori* ces variables sont déterminantes sur différents aspects :

- geste, positionnement du corps et type de préhension peuvent influencer sur l'évolution morphologique de la pièce au cours de l'utilisation, la répartition des usures sur l'outil ;
- le force appliquée sur la nature des traces, leur intensité et leur développement;
- les aménagements annexes sur la répartition des usures, sur les traces elles-mêmes. Dans le cas d'outils fonctionnant en couple, les procédés de nettoyage de la surface peuvent induire par exemple des contacts pierre contre pierre plus ou moins fréquents.

- Il faut par ailleurs envisager la possibilité de fonctionnement en "couple de molette", l'association d'une meule avec un pilon ou encore un travail direct de la matière sur percuteur actif ou passif. Tout comme précédemment, pour chacun de ces exemples, une série de variation de fonctionnement peut être prise en compte.

- Pour les outils ne travaillant pas en couple, généralement compris dans la classe des abraseurs, polissoirs, palisson, il faudra considérer en premier lieu le caractère actif ou passif de l'outil, l'incidence de la matière travaillée sur l'outil et l'étendue de la zone de contact ainsi que le geste pratiqué, la présence éventuelle d'aménagement annexe.

## **1.4. Matières travaillées et types de traitement**

En tracéologie lithique classique, la matière d'œuvre apparaît comme une variable de première importance entrant en jeu dans les processus de formation des traces d'usure. D'après les données ethnologiques, l'éventail des matières travaillées en percussion posée diffuse est très large. La connaissance du système technique natoufien peut, au moins dans certains domaines, aider à préciser le champ des matières travaillées et des traitements envisageables. Afin de présenter un bilan exhaustif, des référentiels actuels ou ethnologiques devront par ailleurs être pris en compte. Pour chaque catégorie générale de matières considérée (minérales, végétales ou animales), nous tenterons ici de dresser un bilan des activités techniques possibles faisant appel à des transformations de type percussion posée diffuse avec un couple d'outil ou un outil seul.

### **1.4.1. Matières minérales**

Dans la gamme des matériaux utilisés par les préhistoriques, les matières minérales sont parmi celles qui se conservent le mieux. Nous pouvons considérer que les données archéologiques permettent une bonne connaissance de l'ensemble des matières minérales exploitées et, au moins pour certaines d'entre elles, des chaînes opératoires de leur transformation. *A priori*, ces matériaux ne sont pas susceptibles d'être directement consommés<sup>20</sup>, leur utilisation est essentiellement tournée vers la production d'objets ou d'outils. D'après les données archéologiques, le registre des matières minérales exploitées comprend :

#### **1.4.1.1. Silex et roches diverses utilisées pour la fabrication d'outil**

Les modes de transformation de ces matières sont divers et comprennent la fracturation mécanique, le traitement thermique et l'abrasion. L'utilisation de la percussion posée diffuse est attestée lors la taille du silex pour la préparation de plans de frappe. Elle est surtout employée dans la production d'outillage lourd en pierre de type matériel de broyage dans des activités de finition des surfaces et de réalisation de décors. Pour le site d'Hayonim, Belfer-Cohen (1988c, p.126) mentionne par ailleurs des zones localisées de poli sur des pics ou des pièces bifaciales en silex présentant un aspect identique à celui des haches polies néolithiques. Dans le niveau natoufien final de Mallaha, différents objets en calcaire présentant des plages de poli ont aussi été mis au jour.

#### **1.4.1.2. Différentes roches utilisées pour la réalisation d'éléments de parure ou d'art mobilier**

Outre les décors réalisés sur des objets fonctionnels tels que le matériel de broyage ou les pierres à rainure, des pendeloques, des perles et des figurines en pierre ont été découvertes dans différents sites (e.g. Noy, 1991 ; Belfer-Cohen, 1991a). Le calcaire en particulier mais

---

<sup>20</sup> certaines exceptions doivent être notées, Heizer (1978) mentionne, par exemple, chez les indiens de Californie l'adjuction d'une argile rouge parfois appelée "*indian backing powder*" pour la confection de pains de glands.



aussi d'autres types roches ont été exploités pour ces productions. Certaines études technologiques attestent d'une transformation par percussion posée diffuse. Pour le niveau final du site de Mallaha par exemple, Belfer-Cohen mentionne (*in Valla et al.*, 1999 et 2001) la présence d'objets de calcaire et de basalte travaillés par abrasion. Des figurines en pierre en partie façonnées par polissage ont par ailleurs été mises au jour lors des fouilles récentes d'El Wad (Weinstein-Evron et Belfer-Cohen, 1993). Selon Maréchal (1991), des objets de pierres considérés comme des éléments de parure sont attestés dès le Natoufien ancien. Parmi ce mobilier, les pendeloques ovales sont travaillées par abrasion et perforation, elles apparaissent au Natoufien récent. Les rondelles de pierres témoignent aussi d'une transformation totale de la matière associant l'abrasion et le percement rotatif manuel. Leur apparition semble se situer à la fin du Natoufien. Les fouilles récentes effectuées par F. Valla et H. Khalaily (Valla *et al.* 1999) sur le site de Mallaha (niveau IB, Natoufien final) ont livré différentes perles de pierre. Il est en général difficile de déterminer les roches travaillées étant donné la taille des pièces et leur degré de transformation. Celles-ci sont à priori diverses et comprennent probablement de la malachite. De même, nous savons à ce jour peu de choses sur les chaînes opératoires de production des rondelles et perles de pierre au Natoufien.

***Ces différents exemples attestent néanmoins de l'utilisation des techniques d'abrasion des surfaces voir de polissage sur outil dormant pour la transformation de roches diverses.***

#### 1.4.1.3. L'ocre

Les indices d'une utilisation de l'ocre au Natoufien sont nombreux. Sur le site d'El Wad par exemple (Weinstein-Evron et Ilani, 1994 ; Weinstein-Evron, 1998), les "témoins ocrés" comprennent de petits blocs de matière brute (pour la plupart composée d'hématite), des galets et pilons portant des résidus de matière colorante. La présence d'ocre sur des outils de broyage ou galet brut est fréquemment mentionnée dans les sites natoufiens. Certains éléments d'art mobilier ou de parure dont la surface était ocrée ont aussi été mis au jour. De l'ocre est parfois associée à des enduits comme sur le site de Mallaha.

L'ocre peut faire l'objet d'utilisations diverses telles que la préparation de peinture, le traitement des peaux et leur teinture, le travail de l'os ou encore entrer dans la composition de colle ou de plâtre. Elle joue généralement un rôle de charge dans les mélanges ou est utilisée pour ces propriétés colorantes ou abrasives, selon certains, aseptisantes (permettant la conservation) (Régert, 1993). Elle peut être récoltée sous la forme de sédiment meuble ou induré contenant des oxydes de fer ou encore, comme à El Wad (Weinstein-Evron et Ilani, 1994), de veines d'oxyde de fer minéralisé. L'utilisation directe de blocs indurés est attestée dès le Paléolithique par la présence de "crayon", des objets de ce type ont été découverts dans le niveau natoufien de la terrasse d'Hayonim (F. Valla, *com. pers.*).

Dans la plupart des activités mentionnées précédemment, elle est cependant généralement utilisée en poudre. Même si elle est récoltée sous la forme d'un sédiment meuble, son emploi nécessite souvent un broyage permettant d'obtenir une réduction en éléments plus fins et plus homogènes. La réduction en poudre réclame l'emploi de deux outils complémentaires

(percuteur actif et passif), dans le cas de blocs indurés, une abrasion ou un raclage de la surface du bloc permet aussi d'obtenir une poudre fine.

**Le travail de l'ocre en percussion posée peut inclure la réduction en poudre mais aussi la fabrication de peinture en ajoutant de l'eau ou selon des recettes comprenant différents types de charge. Par ailleurs, l'ocre peut avoir reçu ou non un traitement thermique avant son broyage, celui-ci permet en particulier d'en modifier la couleur. Ce matériau peut aussi être utilisé comme adjuvant lors d'opérations techniques impliquant un travail en percussion posée (voir par exemple dans la section suivante et celle portant sur le travail de la peau).**

#### 1.4.1.4. Le calcaire et la production de chaux

L'utilisation d'enduits comme adhésif est attestée selon Kingery *et al.* (1988) dès le Kébarien à géométriques sur le site de Lagama North VIII. A Mallaha, la présence d'enduit de chaux est mentionnée par les fouilleurs notamment dans des fosses. Des fragments de sol ont aussi été mis au jour (Perrot *et al.*, 1988). Les analyses effectuées par Kingery *et al.* (1988) portent sur une structure de type margelle, correspondant probablement à celle évoquée par Perrot en 1966. L'auteur décrit dans un des niveaux de l'abri 1, une fosse circulaire de 5m de diamètre peu profonde (0,40m) dont les parois ont été recouvertes d'un enduit. "*Cet enduit, dont la surface était polie et qui présentait encore à l'intérieur des traces de peinture rouge, s'étendait également au-delà de la fosse, formant une sorte de margelle inclinée vers l'extérieur, large de 0,70 m et bordée de pierres longues, posées de champs, formant un arc de cercle de 6,50 m de diamètre.*" (Perrot, 1966, p.445). Les analyses effectuées attestent qu'il s'agit d'enduit de chaux (*lime plaster*). A Hayonim Cave, le Locus 4 a été interprété comme un atelier de production de chaux (Bar-Yosef, O. 1983, Belfer-Cohen 1988c, p.44), les analyses de Kingery et collaborateurs démontrent qu'il s'agit bien de chaux, probablement de la première étape dans la production d'un enduit (Kingery *et al.*, 1988).

Selon Maréchal (1982), Gourdin et Kingery (1975) et Kingery *et al.*, (1988), la chaîne opératoire de production d'enduit à partir de calcaire comprend la chauffe du calcaire à 800-900° pour une longue période, entraînant une décomposition des pierres donnant de l'oxyde de calcium (chaux vive). Le matériau doit être ensuite saturé d'eau. La chaux vive en absorbant l'eau produit un important dégagement de chaleur et augmente de volume. Suite à cette opération, "*Les blocs se fendillent et tombent en poussière. La chaux est dite éteinte... Selon les proportions d'eau ajoutées, on obtient une bouillie plus ou moins épaisse qui durcit au contact de l'air.*" (Maréchal, 1982 p.219). On peut ensuite ajouter différentes charges de type sable, granulats, calcaire broyé ou autre adjuvant afin d'augmenter le volume de la préparation et la résistance de l'enduit. Lors de l'application, le polissage de la surface du matériau partiellement sec avec, par exemple un galet, permet de rendre la surface plus dense, dure, plus résistante à l'eau et aux altérations mécaniques. Selon Kingery *et al.* (1988), l'opération de polissage est plus efficace si elle est effectuée avec de l'ocre qui peut être mélangée à la préparation.

**La réalisation d'enduit de chaux pourrait donc nécessiter des opérations de broyage pour l'incorporation de charges au mélange de chaux et d'eau, des**

**opérations de lissage dans le cas d'une application sur une surface. Les études réalisées par Goren & Golberg (1991) pour la période PPNB et Goren et. al. (2001) sur les crânes modelés, attestent de la diversité des recettes utilisées. En particulier, la proportion de chaux apparaît moindre dans plusieurs cas et l'utilisation d'une quantité importante de charges (calcaire, cendre) est notée.**

#### 1.4.1.5. Les coquillages

Les principales techniques de travail des coquillages distinguées par D. Bar-Yosef (1999, p.24) comprennent :

- l'abrasion des faces convexes sur une surface dure ;
- le sciage pour en découper une partie ;
- la percussion utile en particulier pour les coquilles épaisses ;
- la perforation.

La chaîne opératoire de fabrication de perle mise en évidence par Ricou et Esnard (2000) pour les sites néolithiques de Ponthezières et de la Perroche sur l'île d'Oléron documente les étapes suivantes (schéma p.89) :

- la fragmentation des coquilles avec l'utilisation d'un percuteur actif "galet ouvre coque" et d'une enclume ;
- le polissage des cannelures : la face convexe est disposée sur une meule abrasée à l'aide d'un "galet mouvoir" ou d'un bâtonnet de bois ;
- le perçage des préformes ;
- le polissage identifié comme étant un polissage axé : polissage en enfilage "*l'enfilage... est disposé longitudinalement pointe orientée en direction de l'opérateur, sur un élément de bois plat... Après humectage, le polissoir procède par va-et-vient...*".

Le polissoir est ici un percuteur actif. Parmi les gisements étudiés, un gros galet plat en grès fin présentant un "canal de polissage" sur une ou deux faces, ainsi que deux pièces plus petites en calcaire dur et en grès fin présentant des faces polies ont été mis au jour. De tels outils n'ont pas été identifiés jusqu'ici dans les assemblages natoufiens, cependant, les données indiquent, au moins pour certains sites, l'utilisation des techniques d'abrasion pour le polissage des tests ou leur perforation.

Les modes de transformation des tests de mollusques aquatiques ou terrestres identifiés par Maréchal (1991) pour plusieurs séries datées de la fin du Natoufien comprennent essentiellement la perforation, le sciage et l'abrasion. Dans l'assemblage du niveau Natoufien ancien de Mallaha, la technique de l'abrasion appliquée aux coquilles reste peu fréquente, elle est plus couramment employée pour le traitement de la matière osseuse. Elle est attestée pour une rondelle réalisée dans un coquillage indéterminé dont les côtes du test ont été polies. Selon l'auteur, ces éléments de parures apparaissent plus fréquemment dans les assemblages à partir du Natoufien récent et final. Cependant D. Bar-Yosef (*com. pers*) constate que ces objets et plus généralement cette technique de transformation sont peu représentés dans le matériel du niveau Natoufien Final de Mallaha (fouilles récentes).

**Bien que peu fréquente, la technique de l'abrasion sur meule pour la production d'éléments de parure en coquillage est attestée au Natoufien. Ce procédé semble avoir été employé en particulier pour le polissage des côtés du test et la régularisation des perles. Il constitue donc un des modes d'utilisation possibles des outils plats fonctionnant sans répercutant associé.**

## **1.4.2. Matières animales**

### **1.4.2.1. utilisation dans un but alimentaire**

Dans le domaine des matières animales, selon les études ethnologiques connues, plusieurs types de travail sont associés à l'utilisation de matériel de broyage : attendrissement de la viande, broyage de l'os, production de farine de viande ou de poissons séchés. Chez les esquimaux Nunamiut (Binford, 1978), les os sont par exemple broyés puis placés dans de l'eau bouillante pour en extraire la graisse ou fabriquer des bouillons. La consommation de "petites proies" après un broyage postérieur ou antérieur à une cuisson est attestée chez différents peuples indiens de Californie. Lapena (1978) décrit le traitement des petites proies chez les Wintu du Nord de la Californie : on enlève les pattes, la queue et les entrailles, puis on les grille sur un lit de charbon brûlant. On enlève ensuite la tête, les côtes et les os longs et l'on broie le reste. Pour l'attendrissement de la viande et le broyage de l'os, il semble plus approprié de travailler en percussion lancée.

La production de farine à partir de viande ou de poisson séché est effectuée chez différents peuples indiens d'Amérique. La fabrication de "*pemmican*" par les Indiens de plaines à partir de la viande de bison séchée en constitue un exemple (e.g Kroeber, 1925). Cette production de farine est parfois liée à des activités de stockage permettant de gérer un surplus de ressource à un moment donné de l'année comme par exemple pour l'exploitation des saumons en Colombie Britannique (Romanoff, 1992 ; Beyries, 1995). Selon Romanoff (1992, p.238), la production de poudre de poisson chez les indiens de la rivière Fraser est effectuée en plusieurs étapes : "*It took several days to make the powder : two days by the fire to soften the fish and another day in the sun to dry it. Women processed the fish like those for salmon bottles, but they cut the skin to get out all the flesh. Then they pounded it with a stone hammer and put it in the sun to dry; and, when it was dry, they pounded it again to get the bones out.*" Lewis et Clark (1993 p.70) lors de leur expédition en Amérique du Nord au début du XIX<sup>ème</sup> Siècle décrivent le pilage du saumon séché "*entre deux pierres*", stockée dans un endroit sec, la poudre pourrait être conservée plusieurs années.

**Les descriptions de l'outillage employé sont souvent peu détaillées. Une utilisation d'outils fonctionnant en percussion lancée semble plus probable pour un travail d'attendrissement de la viande ou de broyage de petites proies. Nous pouvons en revanche envisager la production de farine à l'aide de meules et de molettes.**

#### 1.4.2.2. utilisation dans un but artisanal<sup>21</sup>

##### *Les matières dures*

Le Dosseur (*in Valla et al.* 2001) mentionne pour le niveau natoufien final de Mallaha, l'utilisation de bois de cervidés, d'os, d'ivoire, d'émail et de fragments de carapace de tortue. L'auteur note que l'os est le plus largement utilisé, tout comme dans les niveaux anciens. Ceci semble être généralement le cas dans les sites natoufiens. Une étude des assemblages fauniques réalisée par N. Monroe a par ailleurs mis en évidence un mode d'exploitation spécifique des carapaces de tortues : les fragments présentent des traces de raclage mais aussi une abrasion des bords extérieurs, ces traces pourraient témoigner d'une utilisation comme récipient (N. Monroe, *com. pers*). Ces restes sont connus dans différents sites mais leur abondance semble variable.

Parmi les chasseurs-cueilleurs actuels ou sub-actuels, les différents outils et techniques de travail de l'os recensés par Campana (1989, p.25) comprennent l'utilisation d'eau et le traitement thermique pour assouplir ou fragmenter l'os, de lames, de grattoirs et de burins pour racler et inciser, enfin d'abraseurs en pierre ou de sable pour mettre en forme ou polir la surface. Campana note que l'abrasion est une des techniques les plus répandues. Averbouh et Provenzano (1998-99) emploient le terme d'"abrasion" en général pour caractériser un travail avec percuteur actif ou passif en roche grenue, et "d'abrasion sur meule" lorsque l'outil est passif.

Les expérimentations effectuées par Campana attestent de l'efficacité de ces techniques (Campana 1989, p.31). L'auteur constate peu de différence selon que l'os est travaillé frais, sec ou après avoir été trempé dans l'eau. Cependant, il est selon lui important d'assurer un nettoyage constant de la pierre (ici un bloc de grès) pour en garder le mordant et éviter que la surface ne soit recouverte de résidus d'os. Il conseille ainsi un nettoyage à l'eau ou un travail sous eau courante.

Pour l'étude de l'industrie osseuse de la grotte d'Hayonim, Campana (1991) remarque que l'abrasion a occasionnellement servi à régulariser des bords aigus. Cependant le raclage (avec un outil tranchant) a plus fréquemment été employé. Ceci contraste avec les données de Mallaha (fouilles anciennes) où cette technique est utilisée plus fréquemment et est associée à des opérations diverses telles que débitage par percussion ou l'extraction par rainurage (Stordeur, 1991). Selon Stordeur (*op. cit.*), ceci constituerait un trait particulier du site de Mallaha et, en général, cette technique apparaît plus généralement employée au Natoufien pour la confection d'éléments de parure. Le Dosseur (*in Valla et al.* 2001) constate pour le niveau natoufien final une diminution de l'abrasion au profit du raclage dans les techniques de façonnage employées.

---

<sup>21</sup> Nous utiliserons dans cette partie et pour la suite du mémoire l'expression d' « activité artisanale » en opposition à celles liées au traitement des matières pour leur consommation. Comme l'a souligné F. Valla (*com. pers*), le sens prêté ici diffère de celui communément accepté. Nous n'employons pas ces termes afin de désigner une fabrication manuelle par opposition à une fabrication industrielle ou encore une organisation spécifique des modes de production impliquant que l'artisan exerce son métier à son propre compte ou encore une spécialisation des activités de production.

Ainsi, le travail en abrasion "sur meule" de matières d'œuvre diverses peut être envisagé : bois animaux, os, ivoire, émail, carapace de tortue.

### *Le travail de la peau*

Hayden (1990b), sur la base de données ethnologiques, distingue trois niveaux dans la préparation des peaux pour la production de vêtements. Chacun représente un différent degré d'élaboration ou d'investissement dans la préparation :

- les peaux peuvent être simplement séchées avant utilisation. Il reste cependant nécessaire d'enlever la viande et la graisse ainsi que la membrane subcutannée adhérent au cuir pour assurer un minimum de conservation à la peau. Les outils employés sont divers et peuvent comprendre des blocs et galets de roches grenues comme ceci est documenté chez les Esquimaux, les Bushmen, les Aborigènes australiens, les Hopi, les Navaho et les Indiens des plaines (e.g. Hayden, *op. cit.*, Kamminga, 1982 p.42 ; Adams, 1988). L'opération de nettoyage peut se dérouler sur peau sèche ou fraîche.

- le second niveau d'élaboration du travail intègre différentes techniques permettant d'augmenter la durée de vie de la peau. Ceci comprend des nettoyages dans des solutions de cervelle, d'urine ou d'écorce, le fumage, le traitement avec de l'ocre, de l'huile ou de la graisse. Les poils peuvent aussi être enlevés. D'autres procédés vont tendre à augmenter la souplesse de la peau : en incisant celle-ci en chevron ou zigzag ou en cassant les fibres à l'aide de différents outils travaillant en percussion posée. Pour ce dernier type de travail, l'utilisation de galets de roches grenues est notamment connue. Un assouplissement peut être aussi effectué en manipulant les peaux ou en les mâchant.

- le dernier niveau d'élaboration associe après le nettoyage de la peau, le tannage et un investissement plus important dans son assouplissement.

Les études ethnologiques détaillées attestent de chaînes opératoires complexes intercalant différentes phases de séchage, de nettoyage, de trempage dans des solutions diverses, d'imprégnation de mélanges variés (e.g David *et al.*, 1998).

***Selon ces données, des outils fonctionnant en percussion posée et diffuse, en particulier des galets et blocs de roche grenue, peuvent intervenir à différents stades de la préparation des peaux, notamment lors du nettoyage et de l'assouplissement.*** Les études de Adams (1988) illustrent l'utilisation chez les Indiens Hopi, d'outils de type molette pour des opérations de nettoyage. La peau est alors travaillée sèche, la molette est trempée régulièrement dans l'eau lors du travail. Chez les Indiens Wintu du Nord de la Californie (Lapena, 1978), les peaux, après nettoyage, sont plusieurs fois trempées dans un mélange d'eau et de cervelle ; elles sont ensuite étendues puis graissées à l'aide d'une pierre ponce en utilisant encore de la cervelle, enfin elles sont assouplies par manipulation. Plus généralement, ces opérations de nettoyage ou de traitement à l'aide d'outils en roches grenues peuvent être effectuées sur peau fraîche ou sèche, séchée et humidifiée, en ajoutant différents matériaux comme de la graisse, de l'huile, de l'ocre ou encore des teintures végétales. Notons que plusieurs études tracéologiques ont démontré que l'état de la peau lors de son travail influence directement l'apparence des usures sur des outils en silex.

Par ailleurs, le type de peau travaillé peut aussi être un facteur déterminant dans la formation des traces d'usage (e.g. Hayden, 1990b).

### *Le travail des tendons et la question des colles protéiniques*

L'utilisation de tendons pour la fabrication de liens est généralement supposée en préhistoire. Les descriptions les plus détaillées des opérations de défibrage évoquent parfois le martelage des tendons séchés à l'aide d'un percuteur (e.g. Hamm, 1992). Parce qu'il est important de ne pas sectionner les tendons, un travail avec un outil non tranchant, présentant une partie active diffuse semble préférable.

L'utilisation de colle au collagène est avancée pour le site de Nahal Hemar (Israël, 6800 – 6000 av. J.-C.) (Connan, 1996). La préparation de colle à partir de matières animales peut comprendre l'utilisation du collagène de l'os, des tendons et de la peau (Schmidt, 1991 ; Régert, 1996). La production de colle est effectuée par hydrolyse à chaud par un processus de désorganisation des chaînes protéiniques constituant le collagène. La production nécessite un contrôle rigoureux de la température, la solution ne doit pas être portée à ébullition et doit atteindre une certaine température (entre 70° et 80°C). Allain et Rigaud (1989) considèrent pour leur part (p.222) que : " *...colles de peau, d'os, de poisson, nécessitent une simple ébullition plus ou moins prolongée et l'association à un peu de chaux éteinte...*", la mise en œuvre de tels procédés est selon les auteurs tout à fait envisageable pour des sociétés paléolithiques. ***Des opérations de réduction des matériaux par broyage ou concassage ne sont pas mentionnées dans les descriptions les plus détaillées des modes de préparation (e.g. Baker, 1992).***

### **1.4.3. Matières végétales, modes d'utilisation et de transformation**

Les macro-restes végétaux mis au jour dans les sites natoufiens restent peu nombreux. Pour définir l'éventail des matières végétales potentiellement exploitées par les Natoufiens, nous nous fonderons sur le travail de Zohary et Hopf (1988) qui produisent une étude comparée par région des premières plantes domestiquées et présentes à l'état sauvage. On s'intéressera plus particulièrement au bassin méditerranéen. Cet inventaire ne prétend pas être exhaustif. Nous chercherons surtout à dresser un bilan des modes de consommation, d'utilisation ou de traitement pour différentes catégories de plante. Nous nous appuierons pour cela sur certaines études ethnologiques, plusieurs guides botaniques (Couplan et Styner, 1994 ; Bayer *et. al.*, 1990), sur une synthèse générale de l'utilisation des plantes publiée par Bois au début du XX<sup>ème</sup> siècle (Bois, 1927, 1928, 1934, 1937), les travaux de Marinval (1988), ainsi que sur les données du site Web de l'Observatoire du Monde des Plantes concernant les utilisations à des fins médicinales (fiches réalisées par J-G. Fouché, A. Marqué - Havelange et A. Hambuckers)<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> la majeure partie des propriétés médicinales des plantes et des modes de préparation associés mentionnés proviennent de cette référence qui ne sera pas rappelée afin de ne pas alourdir le texte.

### 1.4.3.1. Les céréales

Les différentes espèces de graminées ayant fait l'objet d'une mise en culture et présentes à l'état sauvage dans la région méditerranéenne sont les suivantes :

- les blés, *Triticum* (Planche 14): les blés ont une valeur nutritionnelle supérieure à celle des autres céréales. Plusieurs espèces de blé du genre *Triticum* ont été domestiquées, les plantes sauvages dont elles sont issues sont les suivantes : l'engrain sauvage *T. monococcum* subsp. *boeoticum*, l'amidonnier sauvage, *T. turgidum* et *Aegilops squarrosa*, jamais domestiqué mais dont les gènes ont été utilisés pour l'hybridation. On distingue généralement les blés nus, pour lesquels la séparation entre la graine et l'enveloppe est relativement aisée, et les blés vêtus pour lesquels l'opération est plus difficile, nécessitant notamment un processus de concassage ou de pilage. Les céréales sauvages sont toutes des céréales vêtues.

- l'orge, *Hordeum vulgare* (Planche 13) : la forme sauvage, *Hordeum vulgare spontaneum* est répandue largement dans l'est du Bassin méditerranéen et l'Ouest de l'Asie. Des graines ont été retrouvées sur le site épipaléolithique d'Ohalo II (Kislev *et al.*, 1992). Marinval (1988, p.68) indique que l'orge peut être consommée en soupe, bouillie ou galette mais qu'il n'est pas possible de faire du pain avec sa farine car les protéines solubles dans l'eau qu'elle contient ne se présentent pas sous la forme de gluten<sup>23</sup>.

- les formes sauvages du seigle (Planche 13), *Secale cereale*, sont distribuées dans le centre et le sud-ouest de l'Asie.

- l'avoine (Planche 13) : le genre sauvage *Avena* L. comprend plusieurs espèces largement distribuées dans l'ensemble du bassin méditerranéen. Aucun indice de domestication n'est retrouvé au Néolithique ou à l'âge du Bronze au Proche Orient.

Procopiou (1998, p.127 à 129) différencie le travail des céréales vêtues et nues. Les premières possèdent des glumes et glumelles épaisses<sup>24</sup> assurant le maintien du grain sur l'épillet. Le battage ne permet pas de libérer la balle mais de séparer les épis de la paille. Le décorticage (séparation des grains et des glumes) préalable à la mouture nécessite un recours à des outils de broyage, en particulier à des mortiers et pilons. Pour les céréales nues, les glumes et glumelles sont moins épaisses, le battage suffit pour libérer les grains de leur enveloppe.

Les données de Hillman (1985) concernant le traitement traditionnel du blé vêtu en Turquie peuvent être résumées de la façon suivante : après la récolte, un premier travail consiste à détacher les tiges des épillets par battage. Plusieurs opérations de nettoyage sont ensuite effectuées pour séparer les deux produits. Le stockage de la récolte est parfois réalisé à ce stade de traitement du blé. Une seconde série d'opération consiste ensuite en la séparation de la balle et de la graine réalisée généralement par pilage avec mortier et pilon, dans le cas présent, les outils en bois sont préférés. Ce pilage intervient après le grillage ou le séchage des céréales. Des opérations de nettoyage sont encore pratiquées, les graines peuvent être



## Planche 13

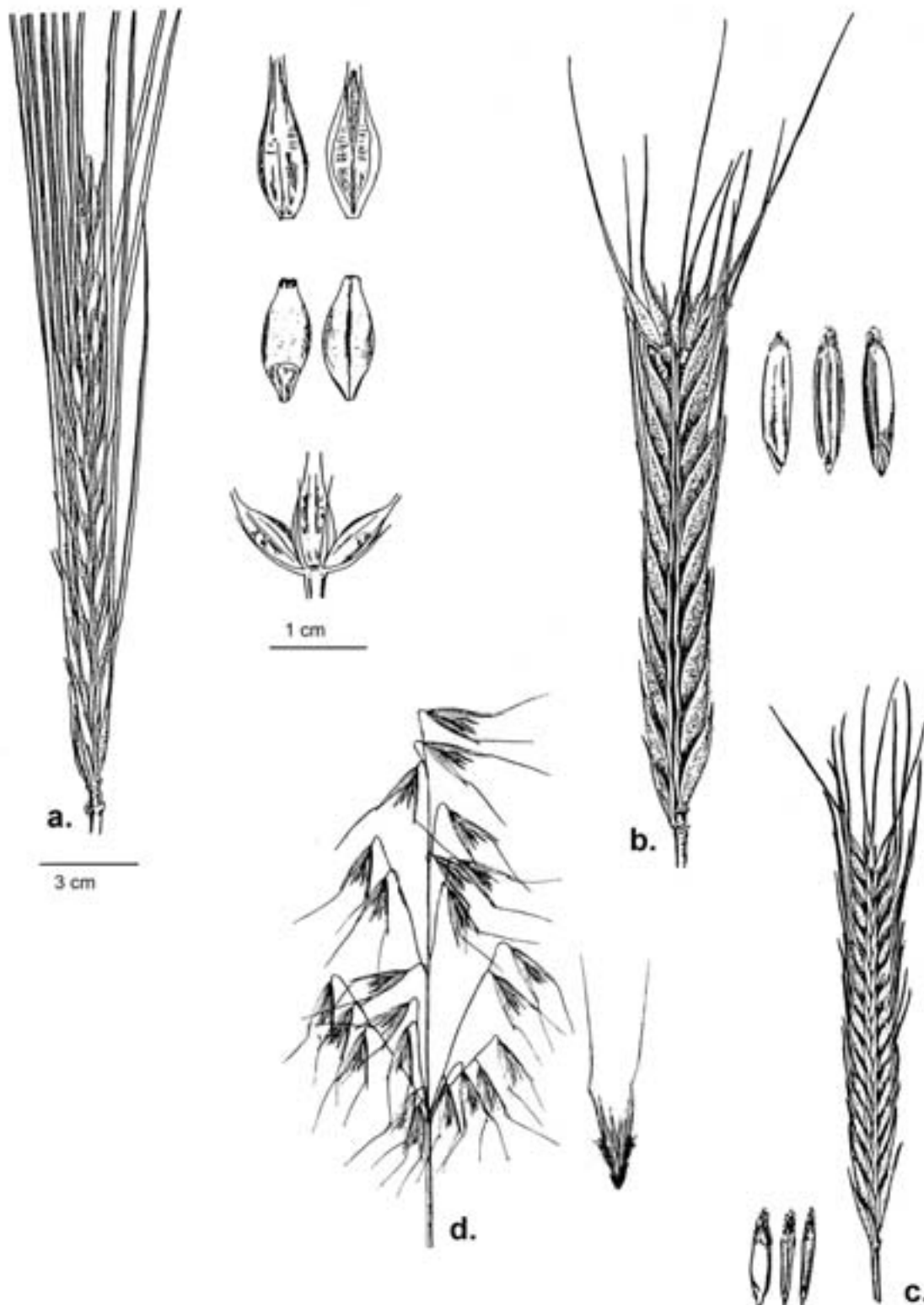


Planche 13 : **a.** l'Orge, épis d'*Hordeum vulgare* et, de haut en bas, grains d'orge vêtue, d'orge nue et d'orge cultivée à six rangs ; **le Seigle**, **b.** *Secale montanum* ; **c.** *S. cereale ancestrale* ; **d.** l'Avoine, *Avena sativa sterilis*. Les échelles pour le Seigle et l'Avoine sont les mêmes que celles de l'orge. D'après Zohary et Hopf, 1988 p. 56-57 et 68-69.

## Planche 14

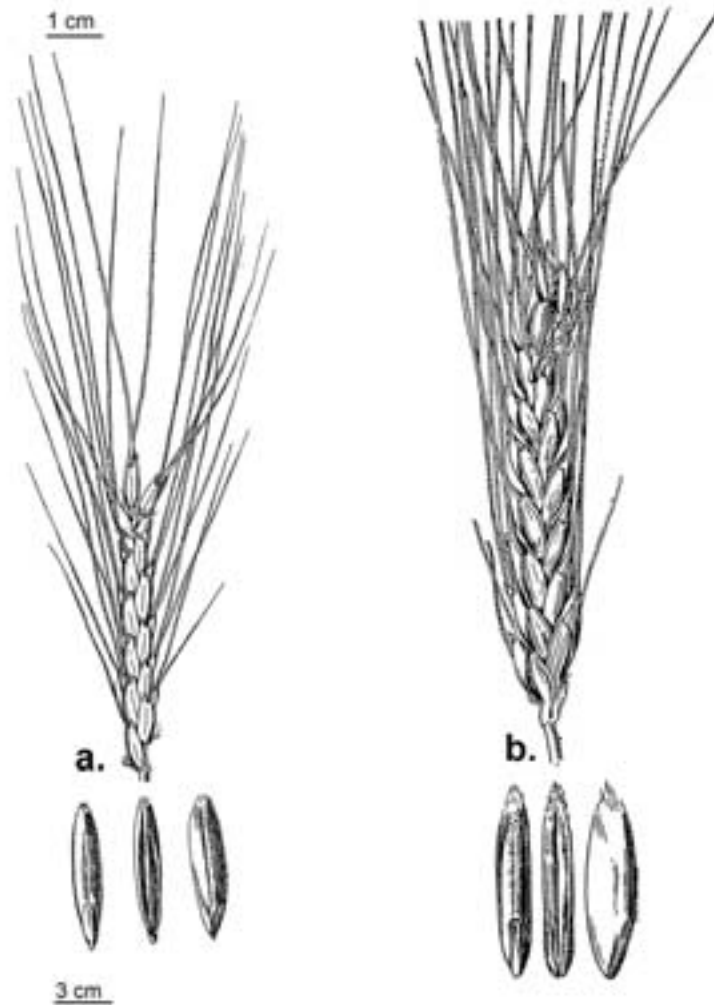


Planche 14 : a. l'engrain, *Triticum monococcum* ; b. le blé amidonnier, *Triticum turgidum* ( d'après Zohary et Hopf, 1988, p.20 ; l'échelle pour le blé amidonnier est la même que celle de l'engrain.) c. champ de céréales sauvages dans le Négev longeant les limites d'un wadi asséché (photo, Alicia Hawkins)

notamment lavées à l'eau en utilisant la technique de la flottation. Elles sont ensuite stockées. La préparation du bulgur à partir de ces produits comprend les opérations suivantes : les grains sont bouillis, séchés au soleil, puis on enlève le son. Ils sont ensuite fragmentés en intercalant plusieurs opérations de pilage / tamisage. Hillman propose aussi en 1983 une revue des technologies associées à l'exploitation des graminées et légumineuses chez les chasseurs-cueilleurs fondée essentiellement sur l'exemple des Aborigènes australiens et des Indiens du Great Basin. Chez les premiers, les graines sont normalement récoltées à la main, elles sont ensuite séchées au soleil ou légèrement grillées. Les graines sont séparées des épillets par foulage au pied et le décorticage de la balle est réalisé en pilant les graines placées dans un trou avec un bâton. Le tri est effectué par le vent, en plaçant les plantes dans des plats de bois et en les agitant. Les graines sont ensuite broyées, habituellement avec de l'eau. On confectionne un pain de cette bouillie qui peut être aussi directement versée sur des cendres chaudes. Chez les Indiens du Great Basin, les céréales sont récoltées par battage. Elles sont toutes broyées à l'aide de meule et de molette, ce qui permet aussi de séparer la balle de la graine. Le broyage est parfois effectué après un grillage. La farine obtenue est souvent mangée sèche, elle est parfois bouillie avec de la viande pour confectionner un gruau.

En général, le traitement des céréales pour leur consommation nécessite donc une séparation des tiges et des épillets puis des graines et de leur balle. Cette seconde opération peut être réalisée avec un couple mortier/pilon ou meule/molette, l'utilisation du premier, et plus spécifiquement en bois, semble préférée chez les agriculteurs (Hillman, 1985). Son efficacité par rapport au couple meule/molette a été constatée expérimentalement (Wright, 1992b p.68-79 ; Procopiou 1998, p.133). Procopiou (1998, p.132) note que le décorticage sur meule est rentable plutôt après un trempage qu'un séchage ou grillage des graines, il est par ailleurs important de ne pas exercer une pression trop forte. La séparation de la graine et de son enveloppe est considérée comme essentielle par Wright (1992b, p.53-58), l'enveloppe étant fibreuse et indigeste. La graine, une fois extraite, peut ensuite être transformée en des moutures plus ou moins grossières sur meule ou sur mortier. Cette opération peut être effectuée après une cuisson préalable. Selon Wright (1992b, p. 53-58) et d'après les études de O'Dea *et. al.* (1980) effectuée sur le seigle, la réduction des graines en particules augmente l'apport nutritionnel, l'élimination des fibres en facilite l'assimilation lors de la digestion. La farine se conserve mal, ainsi le stockage est préférentiellement effectué avant une réduction totale de la graine en particules fines.

### 1.4.3.2. Les légumineuses

Dans la famille des légumineuses, les fruits se présentent généralement sous la forme de gousses contenant des graines. Les différentes plantes seront classées par ordre alphabétique de leur nom français.

---

<sup>23</sup> l'auteur explique p. 66 que le gluten, matière protidique, rend la pâte élastique à la cuisson et fait qu'elle se fixe autour des bulles apparues pendant le dégagement de gaz.

<sup>24</sup>l'auteur précise que les termes de balles ou enveloppes sont aussi employés

### *Le fénugrec*

La plante cultivée actuelle est très proche des espèces sauvages du groupe des *Trigonella* distribuées dans l'est du bassin méditerranéen et au Moyen Orient. La graine est généralement utilisée comme un condiment ou comme légumineuse dans la confection de soupe et de carry. Bois (1934) la classe parmi les plantes à épice. Il évoque des préparations impliquant fréquemment une réduction en poudre mais aussi la possibilité de consommer la plante elle-même. Par ailleurs, il mentionne son utilisation en Inde comme médicament. Selon le site internet de l'Observatoire du Monde des Plantes, le fénugrec était autrefois utilisé sous forme de poudre ou d'extrait fluide pour soigner les malades atteints de rachitisme, de scrofule, de tuberculose osseuse ou d'anémie (stimule la prise de poids et l'appétit, réputé aphrodisiaque).

### *Les fèves*

Plusieurs espèces de fèves, genre *Vicia Faba* L., sont présentes à l'état sauvage dans le bassin méditerranéen. L'espèce à l'origine de la plante cultivée n'a pas été déterminée. Selon Bois (1927), les fèves se consomment généralement crues à l'état vert ou sèches ou après cuisson. L'auteur mentionne la recette d'un plat traditionnel égyptien, le taamyia : les fèves sont trempées pendant 24 h de façon à provoquer une légère germination, elles sont ensuite décortiquées et broyées au mortier avec de la coriandre, de l'ail, de l'oignon, du poivre de cayenne, du persil et du poireau. On confectionne de ce mélange des boulettes qui sont cuites dans de l'huile de sésame. Marinval (1988, p.58) signale que, dans certaines régions de la Gaule, la farine de fève était incorporée à celle des blés vêtus.

### *La gesse*

Les formes sauvages du genre *Lathyrus* sont réparties largement dans tout le Moyen-Orient. Couplan et Styner (1994) mentionnent pour la gesse sauvage *Lathyrus syvestris* L., la consommation des jeunes pousses et des très jeunes gousses ainsi que des graines après cuisson. Celles-ci peuvent être aussi décortiquées sur une meule et réduites en gruau (Procopiou, 1998 p.135). A maturité, les graines peuvent provoquer des maux de têtes, leur consommation en grande quantité peut causer une maladie dégénérative, le lathyrisme.

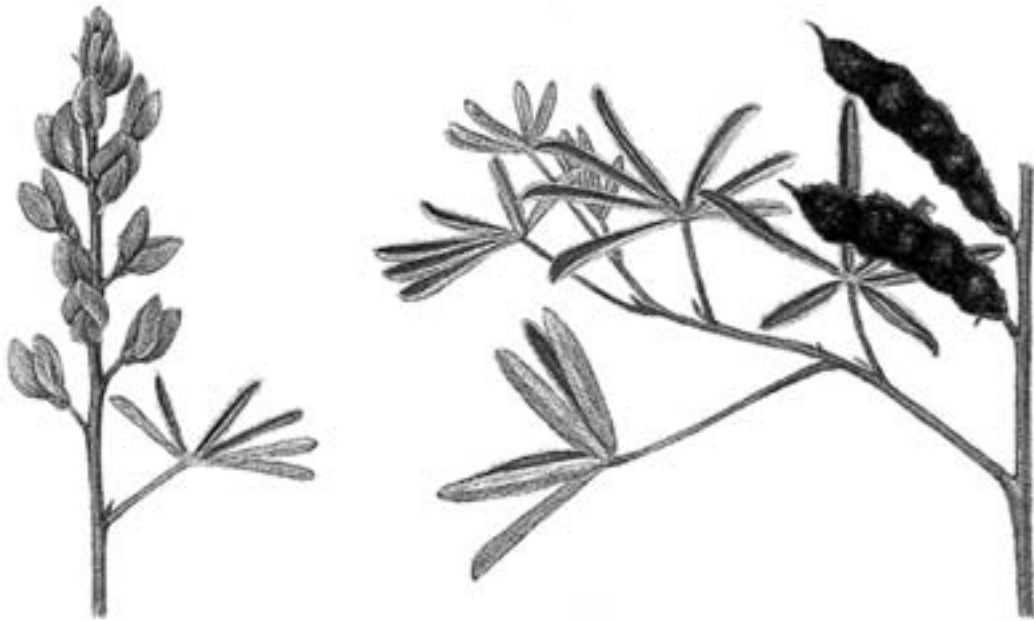
### *Les lentilles*

Les lentilles ont apparemment été récoltées avant l'établissement des communautés agricoles. La forme cultivée provient de la forme sauvage *Lens orientalis* généralement répandue au Moyen Orient. Bois (1927) mentionne la production de farine de lentille.

### *Le lupin*

Selon Zohary et Hopf (1988), différentes espèces sauvages du genre lupin sont présentes à l'état sauvage dans le bassin méditerranéen (Planche 15). Selon Couplan et Styner (1994), toutes les graines de lupin provoquent des troubles digestifs et nerveux car elles contiennent

## Planche 15



**a.** le Lupin, *Lupinus angustifolius reticulatus*, fleurs (à gauche) et gousse (à droite), d'après Couplan et Styner, 1994, p.311 (échelle 1/10).



**b.** le Lin sauvage, *Linum usitatissimum bienne*, fleurs et capsule. D'après Zohary et Hopf (1988, p.121).

## Planche 16



**a.** femme pilant des noyaux de dattes d'après Gast, 1965 p.324.



**b.** Gaude ou Réséda jaune, *Reseda lutea*, d'après Couplan et Styner, 1994 p.236 (pas d'échelle).



**c.** Activité de teinture chez les Indiens Navaho, d'après Kluckhohn *et al.* (1971, p.217). A gauche, pilage des racines de sumac, à droite, application sur la peau.



**d.** Pistachier dans le désert du Négev (Photo Alicia Hawkins)

des alcaloïdes toxiques (dont la lupine). Les graines de lupin blanc, de lupin jaune et de lupin hirsute peuvent, selon ces auteurs, être consommées après une cuisson d'environ deux heures et une macération de plusieurs jours dans de la saumure. En Corse, elles étaient placées dans un sac de toile que l'on immergeait quelques temps dans le cours d'un ruisseau. Les graines torrifiées étaient utilisées comme succédané de café. Selon Bois (1927), les graines de lupin sont surtout employées sous la forme de poudre ou de farine dont on fait disparaître le goût amer, pour faire du potage, en mélange avec d'autres farines (avoine, pois, haricots et lentille, vesces) car elles sont pauvres en amidon. L'auteur mentionne l'utilisation de la farine pour la fabrication des pains et pâtisseries.

#### *Les pois et pois-chiches*

Les genres *Pisum. L* et *Cicer.* comprennent différentes espèces présentes à l'état sauvage dans le Bassin Méditerranéen et au Moyen Orient. Pois et pois-chiches constituent l'une des premières cultures au Moyen Orient. Selon Bois (1927), le pois chiche se mange traditionnellement bouilli ou en purée. Procopiou (1998, p.135) mentionne la fabrication traditionnelle en Crète de farine de pois-chiche. Fermentée, elle joue le rôle de levain dans la confection de pains de blé.

#### *Les vesces*

Deux types sont mentionnés par Zohary et Hopf (1988), la vesce amère (*vicia ervilia*) et la vesces commune (*vicia sativa*), elles ont toutes deux fait l'objet d'une mise en culture. Les fruits sont des gousses étroites, noires à maturité, contenant des graines sphériques. Les graines sont amères et toxiques, elles peuvent être consommées après un ou plusieurs lessivages dans l'eau (Zohary et Hopf, 1988 ; Couplan et Styner, 1994). D'après Couplan et Styner (1994), les jeunes pousses peuvent aussi être mangées.

### 1.4.3.3. Les plantes oléagineuses ou fibreuses

#### *Le lin*

Le genre *Linum* comprend de nombreuses espèces dont la forme sauvage *L. bienne* est largement répandue notamment dans le bassin méditerranéen ainsi qu'au Moyen Orient. C'est une plante à branches résistantes, fleurs bleues produisant des capsules contenant les graines (Planche 15). Zohary et Hopf (1988) mentionnent l'utilisation des graines pour la production d'huile et des parties fibreuses pour le textile, on utilise alors la partie corticale de la tige. L'huile est obtenue par pression à froid ou à chaud. Les premières productions de textile végétal semblent avoir été effectuées à partir du lin (Schick, 1989 ; Barber, 1991). Le filage avec des fibres de lin est par exemple attesté sur le site de Nahal Hemar (Israël) dans des niveaux datant du PPNB (Schick, 1989). Les techniques de préparation des fibres seront évoquées en conclusion.

### *La moutarde*

Différentes espèces de moutarde de la famille des *Cruciferae* sont largement répandues en Asie Occidentale et en Europe. A l'époque classique, les graines sont utilisées comme source d'huile, pour la confection de moutarde et les parties vertes de la plante sont aussi consommées. Bois (1934) mentionne plusieurs modes de préparation et d'utilisation de la moutarde (sévené, moutarde sauvage d'Europe). Elle peut être préparée en poudre et en pâte. En poudre, les graines sont décortiquées et pulvérisées puis additionnées d'autres condiments ; en pâte, elles sont arrosées de verjus composé de vinaigre, sel, acide tartrique et d'eau, elles sont ensuite broyées sous la meule avec le verjus. Les graines de moutarde noire broyées et mélangées avec de l'eau développent une huile essentielle volatile, très âcre (essence de moutarde). Avec la farine de moutarde noire on fait des sinapismes (cataplasmes), c'est le sulfate d'allyle qui détermine la rubéfaction de la peau.

#### 1.4.3.4. Les fruits et les noix

##### *L'amandier*

Le genre *Amygdalus* L. comprend 26 espèces distribuées à travers l'Asie du Sud-Ouest, le centre de l'Asie et le sud-est de l'Europe. En milieu méditerranéen, la sous espèce *A. communis* subsp. *spontanea* donne des fruits petits, à la coquille dure dont les graines sont très amères. L'amertume est due à la présence de glycoside amygdalin qui se transforme en acide cyanhydrique après broyage et contact avec l'eau. La consommation d'une vingtaine de ces graines peut être mortelle pour l'adulte. Selon Stahl (1984), cette toxine peut être éliminée par traitement thermique. La mise en culture de l'amandier implique la sélection d'amandes non amères. L'amande douce contient jusqu'à 50% d'huile et un ferment, l'émulsine. L'huile d'amande douce est un purgatif doux, elle sert d'excipient en usage externe. L'essence d'amande amère est utilisée à faible dose comme antispasmodique.

##### *Le figuier*

Le figuier, *Ficus carica* L., fait partie des arbres fruitiers présents à l'état sauvage dans l'ensemble du bassin méditerranéen. La figue est habituellement consommée fraîche ou séchée. Bois (1934) mentionne la production de "café de figue", le fruit est torréfié puis broyé, le goût est dit supérieur au café de chicorée.

##### *L'olivier*

L'olivier apparaît comme une des cultures typiques du bassin méditerranéen, sa forme sauvage est largement répandue dans cette région. Les fruits des oliviers sauvages plus sont petits, le noyau restant de taille importante, ils contiennent moins d'huile. Au Levant, l'exploitation de l'olivier date de périodes précédant sa mise en culture : des noyaux d'olive ont été trouvés dans les niveaux natoufiens du site de Nahal Oren. Les indices d'une culture de l'olivier datent de l'époque chalcolithique ; plusieurs Tell ont livré une quantité importante de



fragments de noyaux d'olives ainsi que de possibles installations de pressage (Zohary et Hopf, 1988).

Selon Amouretti (1991), il est nécessaire de préparer les olives avant de les consommer pour d'une part en extraire le liquide amer (aleuroporine) et d'autre part permettre la conservation du fruit qui s'altère très vite. La première opération diffère selon que le fruit est cueilli vert ou noir. Selon les recettes transmises par les agronomes antiques, les olives vertes, après avoir été légèrement écrasées (pour accélérer le processus), sont plongées dans différents bains d'eau salée. Pour les olives noires, une exposition de quelques jours au soleil est souvent suffisante. Selon Bois (1934), les olives très mûres peuvent être traitées avec du sel. Sous l'influence du sel, l'eau de végétation s'écoule enlevant l'amertume. Elles sont ensuite rincées à l'eau puis séchées, avant consommation il est nécessaire de les tremper dans de l'eau ou de l'huile. Si l'olive n'est pas consommée immédiatement après sa préparation, il faut généralement la conserver dans un milieu alcalin, dans le sel et son propre jus, en y ajoutant du vinaigre ou du vin cuit ou encore avec cendre et chaux (Amouretti, 1991 ; Bois, 1934).

On extrait l'huile de l'olive par pression ou expression. Selon Amouretti, (1991) la chaîne opératoire de l'huile d'olive comprend trois opérations principales : - le détritage (crever la peau, écraser la chair) ; - l'extraction par pression - la décantation : séparation de l'huile de l'eau et des éléments solides. Eitam (1993) décrit deux principaux procédés d'extraction traditionnelle de l'huile d'olive dans les sociétés d'agriculteurs. Le premier consiste à verser de l'eau chaude sur des olives après détritage afin de faire flotter l'huile à la surface. Selon Amouretti et Comet (1992, p. 74), de telles préparations sont encore employées au XIX<sup>ème</sup> siècle en Syrie : "*on pilait les olives dans un mortier, puis la pâte était placée dans une grande cuve en terre cuite. On y jetait de l'eau chaude en continuant à triturer à la main ; l'huile qui surnageait était ramassée dans les paumes...*". Le second procédé correspond à l'extraction par pression des olives après détritage. Si l'huile de l'olive peut être obtenue selon des moyens relativement simples, ce type de technique n'est à notre connaissance pas documenté chez les peuples de chasseurs-cueilleurs actuels ou sub-actuels (Stahl, 1989). Cependant, le même principe d'extraction est appliqué par certaines arctiques pour récolter la moelle des os (Binford, 1978 ; 1981).

L'olivier est aussi utilisé comme plante médicinale, on emploie en particulier l'huile ainsi que des décoctions de feuilles et d'écorce. Les feuilles et l'écorce sont fébrifuges. Les feuilles ont des propriétés hypotensives, diurétiques, hypocholestérolémiantes et hypoglycémiantes. L'huile d'olive en usage interne a des propriétés laxatives. En usage externe, elle peut être utilisée comme onguent adoucissant, émollient, contre les brûlures et comme excipient.

### *Le palmier-dattier*

Le palmier-dattier domestique provient des formes sauvages connues dans le sud du Moyen-Orient, dans le nord-est du Sahara et les déserts d'Arabie. Les fruits des dattiers sauvages sont plus petits, contiennent moins de pulpe, ont souvent un goût peu agréable et peuvent être indigestes. Les premiers restes archéologiques datent du IV<sup>ème</sup> - VI<sup>ème</sup> millénaire. Les dattes sont habituellement consommées fraîches ou séchées. Selon Bois (1934) deux qualités générales de dattes sont distinguées : sèches et molles. Cette distinction ne recouvre

apparemment pas systématiquement des espèces différentes mais correspond plus à des conditions de maturation. L'auteur mentionne, sans donner plus de précisions, que les dattes sèches donnent de la farine de datte. Le pilage des noyaux de dattes évoqué par Roux (1986, p.38) dans son étude du matériel de broyage de Tichitt (Maurétanie) est destiné à la nourriture des animaux domestiques (Planche 16).

### *La vigne*

Des indices d'une exploitation de la vigne sauvage ont été retrouvés dans différents sites européens. La forme actuelle cultivée *Vitis vinifera* L. est fortement liée à un ensemble de formes sauvages *V. sylvestris* largement répandues en Europe et Asie Occidentale. Pour les espèces sauvages, les grappes sont généralement plus petites et les fruits plus acides, mais elles restent très proches des espèces domestiques et il est difficile de les distinguer. Les premiers indices d'une culture de la vigne remontent au Chalcolithique et début de l'âge du Bronze au Levant. La production de vin semble attestée au Levant au milieu du troisième millénaire BC.

### *Le chêne (Quercus)*

Les essences méditerranéennes typiques sont le chêne vert *Q. coccifera* et *Q. ibex* L.. La taille et la forme des fruits varient de façon importante en fonction des espèces, les chênes adaptés aux climats semi-arides tendent à donner de gros glands. Tous les fruits possèdent deux caractéristiques : ils contiennent une réserve d'huile et d'amidon ainsi qu'un taux important de tannin. La consommation nécessite un traitement du fruit par broyage et lessivage, grillage ou encore cuisson dans de l'eau. Driver (1953) décrit la diversité des modes de préparation et de consommation des glands chez les Indiens l'Amérique du Nord : ils sont ouverts avec un percuteur et une enclume (pierre plate), puis la noix est broyée dans un mortier et pilon, la mixture obtenue est nettoyée par lessivages avec différents procédés (rivière, eau bouillante), elle est ensuite préparée, cuite en bouillie ou en pains. Quelques tribus ne pratiquent pas la pulvérisation avant le nettoyage du tannin, les glands sont consommés entiers ou broyés, crus ou grillés. Certains en extraient de l'huile, les fruits sont alors bouillis entiers.

### *Les pistaches*

Les restes carbonisés de noix de *Pistachia atlantica* sont fréquents dans les sites néolithiques et de l'âge du Bronze au Proche-Orient (Zohary et Hopf, 1988) (Planche 16). La consommation des pistaches sauvages nécessite probablement un premier travail pour les extraire de leur coquille, celle-ci est très résistante. Cette opération peut-elle être réalisée par traitement thermique ? Nous connaissons en définitive peu de référence sur l'exploitation des pistaches. Si l'on se fonde sur les procédés de traitement et de consommation des pignons de pin connus pour les Indiens Owen (Steward, 1934), les noix pourraient être mangées entières, séchées au soleil, grillées ou encore broyées en farine.

#### 1.4.3.5. Autres végétaux et tubercules

Parmi les premiers végétaux et tubercules cultivés, plusieurs sont présents à l'état sauvage au Moyen Orient, en particulier dans les zones méditerranéennes : le melon (*Cucumis melo*), le poireau (*Allium porrum*), la laitue (*Lactuca sativa*), le chou (*Brassica oleracea*), la betterave (*Beta vulgaris*).

Couplan et Styner (1994) mentionnent différents modes de consommation pour quelques unes des formes sauvages de ces plantes. Le poireau des vignes, *Allium polyanthum*, peut se consommer cru mais préférablement cuit en légume ou en soupe. Il est considéré comme un stimulant diurétique. La laitue vivace, *Lactuca perennis* L., est surtout présente dans les milieux méditerranéens. Elle peut être consommée crue, la plante ne devient pas amère avec l'âge. La betterave maritime, *Beta vulgaris* L. ssp. *maritima*, colonise préférentiellement les littoraux. La racine peut être consommée crue, râpée ou cuite. Le centre plus dur peut être cuit et préparé en purée ou bouillie. Les feuilles peuvent également être mangées crues ou cuites. Bois (1927) cite plusieurs autres plantes à tubercules originaires du Proche Orient, notamment : le maceron sauvage de Syrie (famille des Ombellifères genre *smyrnium*) dont on peut consommer la racine et les feuilles ; le céleri sauvage (*Apium graveolus* L.) ; le carvi (*Carum carvi* L.) dont l'essence est utilisée en médecine et les graines comme condiments (cumin des prés), etc. La consommation de certains tubercules peut comprendre une extraction des fibres contenues dans la plante afin de la rendre plus digeste. Ce processus peut réclamer un pilage de celle-ci. Steward (1934) décrit pour les Indiens Owen de la vallée du Paiute (Nord du Nevada) la préparation de racines, bulbes et tubercules séchés puis broyés en farine.

#### 1.4.3.6. Les condiments

Parmi les condiments présents à l'état sauvage dans les zones méditerranéennes, la forme sauvage de la coriandre, *Coriandrum sativum*, est répandue au Moyen-Orient et dans l'est du bassin méditerranéen. Les graines sont utilisées comme condiment. Des restes ont été mis au jour dans les niveaux PPNB du site de Nahal Hemar (Israël). L'Aneth (*Anethum graveolens*) et probablement le safran (*Crocus sativus*) sont aussi originaires de ces régions. Bois (1934) inventorie différentes plantes aromatiques originaires du Proche-Orient : la câpre, l'estragon, la sarriette, le thym, l'origan, l'hysope, la mélisse, le romarin, la sclarée. De ces plantes, à l'exception de la câpre, on utilise en général les feuilles et les sommités fleuries, fraîches ou séchées. Elles possèdent presque toutes des propriétés médicinales comprenant en général un effet stomachique (facilitant la digestion), antispasmodique et antiseptique. Le romarin est aussi utilisé dans l'industrie agro-alimentaire comme agent antioxydant améliorant la conservation des viandes et des graisses.

#### 1.4.3.7. Les teintures végétales

Parmi les plantes mentionnées par Zohary et Hopf (1988), celles présentent à l'état sauvage dans la zone qui nous intéresse sont : la guède, *Isatis tinctoria*, de la famille des moutardes

(*Cruciferae*), donnant une coloration bleu indigo ; la gaude (Planche 16), *Reseda luteola*, source de pigment jaune ; la garance, *Rubia tinctorium* donnant une teinture rouge, un traitement avec un mordant est nécessaire afin de fixer la teinture ; le carthame, *Carthamus tinctorius*, donnant une coloration jaune et rouge.

Selon Barber (1991, p. 224), les plus anciennes traces de teintures appliquées au textile sont retrouvées au Levant et remontent au Chalcolithique. La façon la plus simple de colorer est d'immerger le vêtement dans la teinture, la production de dessin, de teinture bicolore ou polychrome réclame des procédés plus complexes. Le travail des matières colorantes nécessite généralement une réduction en fragments (p.239) : " *Since most of the plant and mineral materials, as well as some of the animals substances, must be mashed or ground up before they can be used as dyes, mordant etc., mortars and pestles, grinders and pounders are typical equipment of a dyer.*" De tels procédés sont décrits par exemple par Kluchkhohn *et. al.* (1971) pour les Indiens Navaho (Planche 16).

#### 1.4.3.8. Bilan des différents modes de transformation et d'utilisation des matières végétales

*Utilisation à des fins alimentaires ou médicinales*

##### **des techniques de préparation...**

Une grande partie des plantes présentées dans cette revue peut être consommée fraîche, sans préparation. La plupart peut aussi être mangée après cuisson, par grillage ou dans l'eau. La nécessité d'une opération préliminaire de nettoyage / lessivage est avancée pour plusieurs espèces, elle permet en général d'augmenter la digestibilité de la plante, d'en enlever les toxines. Selon Stahl (1989), le traitement des plantes en vue de leur consommation fait appel à différentes techniques comprenant : broyage, concassage, "râpage", trempage, lessivage, séchage, cuisson et fermentation. Les traitements impliquant des actions de percussion posée correspondent essentiellement aux deux premières catégories de techniques de préparation évoquées par l'auteur.

Si l'on reprend le bilan effectué par Stahl (1989) et de Wright (1992b), les opérations de broyage ou concassage répondent à différentes nécessités :

- enlever des composants indésirables, en particulier séparer les parties fibreuses et non fibreuses dans plantes. Les parties fibreuses sont souvent indigestes, le broyage apparaît ainsi essentiel à la consommation de certaines plantes comme le blé et l'orge vêtus mais aussi des graines d'acacia et de chénopode (Wright, 1992b). Ce processus de transformation essentiellement connu pour les graines est aussi pratiqué pour les tubercules qui sont écrasés, la substance étant ensuite tamisée afin d'en extraire les fibres. L'extraction de fibre augmente la digestibilité de la plantes, selon Wright (1992b), elle est essentielle à la consommation des céréales ;
- réduire les plantes en particules, ce qui augmente aussi leur digestibilité. Cette réduction peut être liée à des modes de consommation des végétaux (en farine pour la préparation de

bouillies, galettes, pains), elle peut être préliminaire à des opérations de désintoxication ou encore de traitement par fermentation ;

- aider à leur désintoxication : les opérations de désintoxication sont généralement réalisées par trempage, lessivage ou par traitement thermique (comme pour les amandes). Une fragmentation préalable de la matière est fréquemment effectuée notamment avant les opérations de lessivage ;
- ajouter ou enlever des nutriments.

Les procédés d'extraction d'huile apparaissent comme une catégorie à part. L'extraction d'huile essentielle de plantes souvent mentionnée dans les préparations médicinales fait appel à des techniques complexes (distillation) qui ne sont attestées que tardivement, à l'époque de l'Égypte Ancienne (Régert, 1996). L'extraction de l'huile des plantes oléagineuses en revanche peut être effectuée avec des technologies plus rudimentaires, par simple broyage mécanique pour le lin par exemple (Régert, 1996 p.64).

#### **.... aux chaînes opératoires**

Pour la constitution de notre référentiel expérimental, il faut aussi considérer la diversité des chaînes opératoires de traitement. Si l'on s'attache par exemple à la réduction en poudre, pour une même matière, des variations peuvent intervenir au moins à deux niveaux : - celui de la préparation avant broyage (grillage, séchage / trempage, lessivage) - au cours ou après le broyage pour la réalisation de "recettes" diverses.

L'état dans lequel est travaillée la plante (séchée ou fraîche), l'utilisation d'adjuvant au cours du broyage influe probablement de façon significative sur la formation des traces d'usage. Ainsi, pour le travail d'un même végétal, il sera nécessaire de tester différents modes de préparation.

#### **Utilisations artisanales**

- **le travail du bois** : l'utilisation d'outils tranchants pour couper, racler, raboter, inciser domine. Cependant, le polissage des surfaces avec des roches grenues est aussi attesté dans différentes études ethnologiques. Steward (1934) décrit par exemple un tel procédé pour les finitions lors de la fabrication d'arcs chez les Indiens Owen du Nord du Nevada. Pour régulariser les fûts de flèches, des pierres à rainure sont communément employées. Flenniken et Ozbun (1988) présentent une synthèse des données ethnographiques sur la production des fûts de flèches pour les Indiens des Plaines ainsi que différentes expérimentations. Les auteurs mentionnent l'utilisation d'abraseur simple pour le polissage final, parfois le travail est effectué entre deux pierres à rainures, elles permettent notamment de calibrer le fût et d'obtenir une section cylindrique. Ce travail peut être effectué après la chauffe du bois ou en utilisant de l'eau. Junkmanns (1996), lors d'une reproduction expérimentale de la flèche néolithique de Zugerberg, constate qu'il n'est pas possible d'éliminer les irrégularités (nœuds) par ce procédé qui vise plus probablement à obtenir une surface lisse et brillante.

La présence de pierres à rainure dans les assemblages natoufiens a parfois été interprétée comme un indice de l'utilisation de l'arc. Néanmoins, comme le souligne Valla (1987b), attester

la présence d'arc au Natoufien reste problématique. Les pierres à rainures découvertes présentent des morphologies et des traces d'usure diverses qui conduisent l'auteur à proposer de probables utilisations plurifonctionnelles de ces outils. Une analyse récente des composants élémentaires au MEB couplé à un détecteur de rayons X de l'un de ces objets conclue à une utilisation pour le travail d'os ou de bois de cervidé (Christensen et Valla, 1999).

- **cordage, vannerie et fabrication de tissus** : différentes fibres végétales peuvent être utilisées à cet effet. En général, les descriptions ethnologiques s'attachent plus à décrire les procédés de tressage et peu de données ont été trouvées concernant la préparation des fibres elles-mêmes. La transformation des tiges de lin en fibres textiles est décrite comme suit par Zohary et Hopf (1988, p.119) : les tiges sont récoltées avant maturation des graines, elles sont séchées puis immergées dans l'eau ou humidifiées pour obtenir une décomposition de la pectine liant les fibres aux autres tissus et cellules. Les tiges sont ensuite séchées et les fibres sont séparées par pilage (défibrage) et peignage. Les techniques de préparation sont aussi résumées par Cardon (1991), elles comprennent : le rouissage, trempage des tiges pour faire pourrir l'entourage des fibres et les dégager, séchage, broyage et teillage par battage puis peignage afin d'éliminer toutes les particules végétales encore attachées aux fibres. D'après l'outillage trouvé dans les sites néolithiques de Suisse, les opérations de broyage sont réalisées à l'aide d'outils de bois et d'os. Selon Stordeur (1989), l'invention du tissage n'est probablement pas antérieure au VIII<sup>ème</sup> millénaire. Elle considère que la situation est différente pour la vannerie, et propose son utilisation dès le Paléolithique.

- **les activités de teintures** : comme nous l'avons mentionné précédemment, les activités de teintures nécessitent souvent un travail de broyage pour la fragmentation des plantes tinctoriales avant la macération, pour ajouter des mordants ou autres adjuvants lors de la préparation des teintures (Firmin, 1989 ; Barber 1991).

#### 1.4.4. "Mélanges"

Les préparations culinaires ou médicinales, les "recettes" de peinture, de teinture ou d'adhésifs peuvent réclamer l'incorporation de matière de nature diverse. En ce qui concerne certaines recettes culinaires, on note que le mélange peut être réalisé après ou au cours de l'opération de broyage. Nous nous intéresserons ici essentiellement aux peintures et adhésifs afin de préciser le champ des matières pouvant être broyées. Nous reprendrons pour cela la présentation effectuée par Régert (1996).

Les mélanges réalisés visent généralement à modifier les propriétés des produits traités : *"L'incorporation d'adjuvants à une matière première principale modifie ses propriétés initiales telles que plasticité, viscosité, fluidité, dureté, point de fusion et couleur."* (Régert, 1996, p.53). Ses adjuvants sont définis comme étant de trois sortes :

- les charges : ce sont des substances permettant d'augmenter la viscosité d'une matière, de la rendre plus solide. L'utilisation de charges dans la fabrication de peinture est attestée au Paléolithique, des minéraux sont notamment ajoutés après broyage ( e.g. Buisson *et al.*, 1989 ; Clottes *et al.*, 1990 ). La charge permet alors d'augmenter l'adhérence de la peinture. L'utilisation de charges minérales incorporées après broyage peut aussi intervenir dans la

fabrication de colle. L'efficacité est démontrée expérimentalement par ailleurs des traces d'ocre adhérent aux parties emmanchées d'outils datant du Paléolithique ont été trouvées (Allain et Rigaud, 1989). L'existence de tels adhésifs reste cependant difficile à mettre en évidence. Les charges peuvent aussi être organiques, comme c'est parfois le cas dans la fabrication des céramiques. Régert (1996) mentionne par ailleurs une étude des adhésifs retrouvés sur des pointes de Clovis proposant l'hypothèse d'une utilisation de charbon comme charge, elle est remise en cause par l'auteur.

- les liants : ils provoquent un durcissement de la substance. Seul le bitume est attesté pour des périodes anciennes. Son utilisation nécessite essentiellement un traitement thermique.

- les plastifiants : ils permettent de rendre souple une substance. L'utilisation de cire d'abeille est souvent avancée pour la fabrication de colle. Les techniques d'incorporation nécessite ici encore essentiellement un traitement thermique.

Parmi les modes de préparations évoqués ici, le broyage semble intervenir essentiellement pour l'incorporation de charges minérales voire organiques. Ces charges peuvent entrer dans la composition de peinture, ce qui est attesté archéologiquement, de colles ou de teintures.

### **1.4.5. Synthèse : matières travaillées et types de traitement**

Le tableau 12 donne un résumé des modes de transformation en percussion posée sur roche grenue envisageables, dans le contexte du Natoufien, pour différentes catégories de matière d'œuvre.

Nous avons annoncé en introduction notre intention de limiter le référentiel expérimental à l'outillage plat. Le bilan effectué illustre, pour cette catégorie générale de fonctionnement, la diversité des matières transformées et des chaînes opératoires de traitement. Cette diversité renvoie à deux types de variation :

- celle des objectifs recherchés : dans l'ensemble des matières travaillées en percussion posée, certains traitements sont orientés vers des transformations préalables à la consommation d'autres vers la production d'outil ou plus généralement des activités que nous avons englobées sous le terme d'"artisanales". Pour les premiers types, les modes de transformation comprennent essentiellement des activités de broyage dont les objectifs sont multiples : éliminer certains composants, réduire la matière en fraction de différentes grosseurs, préparer des pâtes, des bouillies ou des mélanges divers. Dans le second ensemble de traitement, les objectifs comprennent une modification des formes, le traitement des surfaces ou de la matière, son application.

Les traitements préalables ou en cours de travail déterminent en partie les chaînes opératoires de transformation de ces matières. Ils induiront des modifications physico-chimiques de la matière travaillée tels que le taux d'humidité, la teneur en graisse, la résistance à la fragmentation. Ces propriétés doivent être considérées comme de première importance dans le processus de formation des traces d'usure. Ainsi, il paraît essentiel de documenter l'ensemble des chaînes opératoires possibles pour la transformation d'une même matière.

- celle des techniques employées pour répondre à ces objectifs : les techniques de transformation évoquées renvoient à deux modes de fonctionnement principaux, isolé ou en

couple. Les outils travaillant seuls sont essentiellement utilisés pour des activités "non alimentaires", tandis que le couple meule-molette peut être employé pour la préparation de végétaux en vue de leur consommation ou encore pour le broyage de minéraux, la confection de peinture et de mélanges divers. Les outils sont par ailleurs adaptés aux objectifs recherchés à travers le choix des matières premières, leur forme, volume et masse. Il en résulte une importante diversité de l'outillage plat.

Ainsi, même si l'on se situe dans une catégorie précise de fonctionnement, les paramètres à tester restent nombreux que ce soit au niveau des chaînes opératoires de transformation que des différents types d'outil et de leur fonctionnement.

Matière	Avec un outil seul : abrasion, polissage	Avec un couple d'outil : réduction en poudre
Matières minérales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- taille silex</li> <li>- outils de pierre : finitions (basalte, calcaire, grès...)</li> <li>- art mobilier (divers minéraux dont calcaire, malachite ; coquillages)</li> <li>- opérations de polissage du plâtre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- broyage de charges et autres adjuvants (divers minéraux dont ocre)</li> <li>- préparation de peintures</li> </ul>
Matières animales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- travail des matières dures (os, bois, carapaces de tortue)</li> <li>- travail de la peau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- production de farine de viande ou de poissons séchés</li> <li>- broyage de petites proies</li> </ul>
Matières végétales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- travail du bois et des fibres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduction en poudre de tout type de végétaux (céréales, légumineuses, tubercules, plantes oléagineuses et tinctoriales)</li> </ul>

tableau 12 : Bilan des modes de transformation en percussion posée sur roche grenue envisageables pour la période du Natoufien.

## 1.5. Les temps d'utilisation

Plusieurs études ethnologiques documentent le réemploi d'outils de broyage collectés sur des sites archéologiques (e.g. Roux, 1986 ; Champault, 1991). On considère généralement que ce matériel est utilisé sur un temps long, transmis de génération en génération. Selon Runnels (1981, p.155), cette conception est fautive et, dans le cas d'outils servant régulièrement, les durées d'utilisation pourraient ne pas excéder quinze à vingt ans. Du point de vue de l'expérimentateur, ceci apparaît comme un temps long. Si l'on s'intéresse aux surfaces d'usure, le processus de ravivage peut être considéré comme une remise à zéro du temps d'utilisation. Idéalement, les temps de travail expérimentaux devraient donc tenter d'atteindre un état d'exhaustion de la surface active nécessitant un ravivage. Cet état peut être défini en fonction des observations faites sur le matériel archéologique et de l'expérience acquise par l'expérimentateur. La nécessité de raviver la pièce, sa fréquence dépendent notamment de la matière travaillée et du type de roche utilisé.

A priori, le matériel archéologique n'est pas représenté uniquement par des outils en fin de cycle d'utilisation ou ravivés. Il apparaît donc nécessaire de contrôler l'évolution de l'état de surface au cours de l'utilisation et de caractériser l'usure à différents stades de



l'expérimentation. Cette démarche semble aussi importante pour la compréhension des processus de formation des usures.

## **1.6. Discussion : comment expérimenter ?**

Le bilan effectué a permis d'apprécier la multitude des paramètres à prendre en compte pour l'établissement d'un référentiel expérimental dont nous rappelons l'objectif principal : tester les possibilités de déterminer les matières travaillées par des outils de basalte fonctionnant en percussion posée à partir de l'observation des traces à différents grossissements.

Comment construire ce référentiel et gérer l'ensemble des articulations possibles entre les différentes variables évoquées ?

### **1.6.1. Différentes procédures expérimentales**

Parmi les procédures expérimentales développées pour l'étude fonctionnelle des outils de percussion ou de broyage, deux orientations générales peuvent être opposées :

1. les expérimentations "systématiques" qui, lorsque la logique est poussée jusqu'au bout, se déroulent en laboratoire et sont mécanisées. Elles visent à contrôler le plus possible les variables entrant en jeu et à déterminer l'incidence de certaines d'entre elles en les faisant varier de façon isolée ainsi qu'en assurant une reproductibilité des protocoles. Elles débouchent sur l'élaboration de modèles de référence contrôlés et reproductibles.
2. les reconstitutions tentant de s'approcher le plus possible des conditions archéologiques : elles sont développées en général afin de tester une hypothèse proposée suite à l'analyse préliminaire des pièces. Les expérimentations peuvent aussi s'attacher à tester la faisabilité d'un travail, l'efficacité de l'outil pour une action spécifique.

Les premières procédures apportent des éléments objectifs d'interprétation. Les secondes permettent, selon des inférences complexes, d'aborder différents aspects économiques du système analysé (efficacité du travail effectué, productivité, qualité du produit fini, etc.) et apparaissent en ce sens essentielles pour valider les hypothèses proposées.

Dans le contexte du Natoufien, même si les données archéologiques peuvent aider à cerner l'éventail des matières travaillées et des chaînes opératoires de transformation, notre connaissance de l'outillage travaillant en percussion posée n'est pas assez approfondie pour permettre de proposer des protocoles expérimentaux précis visant à tester des hypothèses élaborées à partir d'analyses préliminaires des outils. Pour reprendre Plisson (1991), les recherches tracéologiques appliquées au matériel de broyage sont encore dans une phase initiale, exploratoire et didactique, correspondant à l'élaboration des premières règles de lecture et aux premières applications à l'étude du matériel archéologique.

Ainsi, pour tester l'hypothèse d'un développement effectif de traces d'usure distinctes en fonction des matières travaillées sur des outils de broyage en basalte, le second type de procédure, dite "systématique", est apparu plus approprié. Nous avons en définitive opté pour une solution intermédiaire : les expérimentations que nous avons réalisées ont un caractère

systématique dans la mesure où nous avons cherché à déterminer l'incidence d'une variable en particulier (la matière d'œuvre). Néanmoins, le travail a été effectué manuellement et nous avons attaché de l'importance à la faisabilité des opérations effectuées, à la réalisation effective des objectifs fixés et au rendement du travail.

## 1.6.2. Choix des variables : la construction d'un modèle optimal

La constitution du référentiel est fondée d'une part sur des objectifs de recherche et d'autre part sur une démarche d'analyse.

1. une des premières hypothèses à tester était celle de la formation de traces d'utilisation diagnostiques du mode d'utilisation (système impliquant trois ou deux éléments) et des matières d'œuvre sur des outils en basalte fonctionnant en percussion posée diffuse. Le cas échéant, il s'agissait de déterminer à quelles échelles d'observation ces stigmates étaient identifiables et comment les décrire.
2. pour répondre à ces questions, la démarche d'analyse est fondée sur la comparaison d'états de surfaces dits "initiaux" (naturels ou mis en forme) et utilisés ainsi que sur la construction d'un modèle "optimal" permettant de réduire le nombre des situations à tester tout en autorisant une application large des résultats.

Ce modèle a été orienté vers l'analyse d'un aspect spécifique des traces d'usage qui peuvent être caractérisées selon deux dimensions :

- à une échelle macroscopique par leur morphologie générale et leur localisation sur la pièce;
- à différents grossissements par les éventuelles modifications physico-chimiques des surfaces induites par le contact avec la matière d'œuvre.

Nous nous sommes principalement intéressée au second aspect et non au premier qui aurait nécessité des protocoles expérimentaux lourds, testant chaque forme d'outil archéologique pour le travail d'une gamme variée de matières d'œuvre selon des gestes différents (e.g. Adams, 2000). Nous avons expérimenté sur des outils de dimensions moyennes. Ils sont considérés comme représentatifs d'un système de fonctionnement général impliquant des modes de contact de type "surfacique" (surface plane) pour reprendre la terminologie développée en tribologie (Blouet, 1978).

La constitution de ce modèle "optimal" prend en compte certains des paramètres relevant :

1. du contexte archéologique : roches, formes et dimensions des outils ;
2. des variables reconnues comme déterminant la formation des traces mise en évidence pour les études tracéologiques ou en tribologie.

Selon bilan effectué dans cette partie, l'ensemble des variables devant être prises en compte pour l'étude de systèmes impliquant deux ou trois éléments comprennent :

- en ce qui concerne les modes de contact, des systèmes impliquant deux ou trois éléments, des variations de geste d'utilisation (travail en percussion posée ou posée/lancée, changement de direction de geste) doivent être prises en compte ;

- en ce qui concerne les états de surfaces microgéométriques : un traitement des surfaces actives par bouchardage est attesté par de nombreuses études ethnologiques ainsi que dans les collections archéologiques. Cependant, les modes de traitements exacts des surfaces ne sont pas toujours identifiables car antérieurs à l'utilisation. Par ailleurs, nous devons être en mesure de repérer l'emploi d'outils atypiques ou de pièces non transformées. Il serait donc nécessaire de tester pour chaque matière d'œuvre un travail avec une surface brute, bouchardée, bouchardée et abrasée ;
- en ce qui concerne la nature des matériaux : - dans la catégorie des basaltes grenus utilisés par les Natoufiens, les variations des types de cristaux composant la roche, sa cohésion et sa porosité doivent être pris en compte ; - les matières travaillées : le bilan effectué atteste de la diversité des matériaux pouvant être travaillés en percussion posée diffuse. Il semble important de tester le travail de plusieurs matières d'œuvre pour chaque catégorie considérée (minérale, animale, végétale) par ailleurs, il est aussi nécessaire de prendre en compte les variations de traitements préalables ou l'utilisation de divers adjuvants pour le travail d'une même matière ;
- les temps d'utilisation : ils dépendent des objectifs à réaliser. De plus, nous pouvons considérer à priori que les formes des usures évoluent selon le temps d'utilisation, il sera donc important de décrire l'évolution des états de surface à différents stades.

## **2. Présentation synthétique du référentiel et des procédures d'analyse**

Nous donnerons dans une première partie une présentation synthétique du référentiel constitué, nous détaillerons ensuite les procédures d'analyse des surfaces et de déroulement des expérimentations.

### ***2.1. Présentation synthétique du référentiel***

Nous avons comparé à différents grossissements les états de surface de blocs bruts, mis en forme et utilisés selon les deux modes de fonctionnement évoqués. Par ailleurs, nous avons testé des variations des types de basalte utilisés afin de déterminer les variations induites par la matière première de l'outil.

- Notre collection de référence comprend :
  1. l'examen de surfaces naturelles de blocs de basalte détachés d'affleurements et récoltés dans un wadi et couvant l'ensemble des types de basalte récoltés dans les gisements étudiés;
  2. deux séries d'expérimentations visant à caractériser les états de surface résultant d'un travail d'égrisage et de mise en forme des surfaces actives (principalement par bouchardage). Pour le travail d'égrisage, nous avons testé la combinaison de différents types de basalte afin de déterminer la variation des traces d'usage en

fonction de certaines caractéristiques des matières premières (cohésion de la roche, présence de vacuoles, composition minéralogique) ;

3. deux autres séries d'expérimentation ont été développées afin de documenter des systèmes à deux et trois éléments. Pour chacune d'elles, nous avons choisi de tester un éventail large de matière d'œuvre et de limiter le plus possible les variations des autres paramètres. Pour les outils de type meule/molette, le geste d'utilisation a été maintenu constant : percussion posée selon un mouvement de va-et-vient accompagnée, en début du travail, de plusieurs percussions lancées. L'outil actif est maintenu à une main, la pièce passive reposant sur les cuisses. La plupart des expérimentations portant sur l'utilisation avec une pièce unique documentent le travail direct de matières d'œuvre sur outil dormant (de type abrasion) selon un mouvement de va-et-vient. En général, aucun système particulier pour maintenir les objets ou recueillir la matière broyée n'a été utilisé. Les mises en forme ont été le plus souvent limitées au traitement des surfaces actives par bouchardage.

- Les matières travaillées : la gamme des matières d'œuvre testées couvre des matières minérales, animales et végétales, dans la mesure du possible, plusieurs pour chacune des catégories.

- Les temps d'utilisation : pour les outils de type meule/molette, nous avons choisi d'effectuer des utilisations sur des temps "longs", l'objectif étant d'atteindre des états de forte exhaustion de la surface nécessitant un ravivage. Cependant, les temps d'expérimentation maximaux sont ici de cinq heures trente et nous ne considérons pas avoir atteint un stade d'usure nécessitant un ravivage. Afin de contrôler l'évolution de l'état des surfaces actives, des observations ont été effectuées à différents stades de l'expérimentation, généralement : 20 mn, 40 mn, 1 heure, 2 heures, 3h30 puis 5h30. Pour les systèmes à deux éléments (outil et matière d'œuvre), les temps d'utilisation sont déterminés par les objectifs à atteindre (par exemple, réalisation d'une pointe en os). Des observations sont effectuées à différents stades afin de documenter, comme précédemment, l'évolution des caractéristiques des surfaces actives.

L'ensemble des expérimentations réalisées pour ces deux dernières séries est résumé dans les tableaux suivant. Nous avons employé au total 24 blocs expérimentaux, pour la plupart d'entre eux, des zones distinctes de la pièce ont été utilisées dans des expérimentations différentes.

Pour les systèmes à trois éléments :

<b>Matière d'œuvre et technique de transformation</b>	<b>Nombre de couple utilisé et temps de travail</b>	<b>Remarques, variations testées</b>
<b><i>Matière minérale</i></b>		
Broyage d'ocre	expérimentation réalisée sur un couple, temps maximum 3h30	—
<b><i>Matières végétales</i></b>		
Broyage de blé nu	expérimentation réalisée sur trois couples, temps maximum de broyage 5h30	variation des types de basalte utilisé
Décorticage et broyage d'orge sauvage	expérimentation réalisée sur trois couples, temps maximum de broyage 2 h	décorticage, broyage avec ou sans eau
Broyage de gland	expérimentation réalisée sur trois couples, temps maximum 5h30	broyage frais et après séchage
Broyage de noix	expérimentation réalisée sur un couple, temps maximum 3h30	—
Broyage de graines de moutarde	expérimentation réalisée sur un couple, temps maximum 5h30	broyé après séchage
Broyage de fénugrec	expérimentation réalisée sur un couple, temps maximum 5h30	broyé après séchage
Broyage de fèves	expérimentation réalisée sur un couple, temps maximum 5h30	broyé après séchage
<b><i>Matières animales</i></b>		
Broyage de viande séchée	expérimentation réalisée sur un couple, temps maximum 5h30	test des procédures d'attendrissement de la viande par pilage
Broyage poisson séché	expérimentation réalisée sur deux couples, temps maximal 5h30	broyage de chair de poisson plus ou moins gras

tableau 13 : liste des expérimentations réalisées avec meule / molette.

Pour les systèmes à deux éléments :

Matière d'œuvre et technique de transformation	Nombre d'outil testé et temps de travail	Remarques, Variations testées
<b>Matières minérales</b>		
Abrasion d'un bloc d'ocre	expérimentation réalisée sur un outil, abrasion durant 1 heure	—
Abrasion de coquillage	expérimentation réalisée sur un outil, 3h30	Abrasion des côtes et perforation
<b>Matières végétales</b>		
Travail du bois par abrasion	expérimentation réalisée sur un outil, 5h30	abrasion de surface et façonnage de pointe
<b>Matières animales</b>		
Travail de l'os par abrasion	expérimentation réalisée sur deux outils, temps maximal 3 h	Travail sur os sec et frais, abrasion de surface et façonnage de pointe
Travail de la peau (opérations de nettoyage)	expérimentation réalisée sur deux outils, temps maximal 3 heures	Nettoyage avec et sans eau

tableau 14 : liste des expérimentations réalisées pour les fonctionnements isolés.

Peu d'expérimentations ont été reproduites plusieurs fois sans faire varier aucun des paramètres, aussi la caractérisation des états de surface peut être considérée comme "relative" dans la mesure où elle est essentiellement fondée sur la comparaison des surfaces d'objets ayant participé à différentes expérimentations.

## **2.2. Procédure d'analyse du matériel expérimental**

### **2.2.1. Observation et description des états de surface**

#### **2.2.1.1. Les techniques d'observation utilisées**

Nous avons travaillé dans un premier temps selon des techniques d'analyse faciles à mettre en œuvre, c'est-à-dire l'observation à la loupe binoculaire à des grossissements allant jusqu'à 80x (loupe binoculaire Zeiss avec oculaires de 10X et 20X, et pour la documentation photographique : Olympus S2ZH10 grossissement jusqu'à 35X et Olympus S2-CTV équipé d'un système d'acquisition d'images numériques, grossissements jusqu'à 40X). Il nous a paru plus approprié, pour commencer, de déterminer si des différences étaient perceptibles à faibles grossissements avant de tester d'autres échelles d'analyse. Un premier examen des objets archéologiques et expérimentaux à la binoculaire nous a permis d'établir la pertinence de cette échelle d'observation. Les techniques d'observation comprennent par ailleurs

microscope optique et microscope à balayage électronique permettant de travailler à différents grossissements.

### 2.2.1.2. Les procédés de description proposés

A la binoculaire, une étude préliminaire des outils archéologiques et expérimentaux nous a conduit à adopter les procédés de description des surfaces employés par Adams (1988, 1989), complétés par ailleurs par les données d'autres travaux de recherche (en particulier Procopiou, 1998). A faibles grossissements, ces procédés sont particulièrement appropriés pour la description de surfaces de roche grenues telles que celles des basaltes représentés dans le matériel archéologique. Nous ne retiendrons cependant pas les liens effectués par Adams entre certaines formes d'usure et des mécanismes de formation repris de la tribologie : par exemple lustre et processus tribochimiques, fractures de grains et usure par fatigue.

Les recherches en tribologie ont effectivement développé un vocabulaire permettant de décrire et de caractériser les usures en fonction de phénomènes élémentaires (déformations plastiques, fissures, transformations physico-chimiques, adhésion) et de mécanismes de formation (sont distinguées usure adhésive, abrasive, érosive et usure par fatigue) (Blouet, 1978 ; Georges, 2000). Ce cadre analytique a ainsi été repris par Adams (1989) pour l'interprétation des processus de formation des traces d'usage sur du matériel de broyage. A la suite de Procopiou (1998, p.184), nous considérons que les recherches appliquées à cet outillage ne sont pas assez avancées pour nous permettre d'utiliser les procédures de caractérisation des usures développées en tribologie. Les mécanismes de l'usure sont en effet complexes (e.g. Georges, 2000) et leur mise en évidence ne peut reposer uniquement sur l'observation optique des états de surface des outils.

Le tableau 15 résume les résultats expérimentaux publiés par Adams en 1989, il permet d'illustrer les principes de description des traces utilisés par l'auteur.

Les principes et termes descriptifs utilisés retenus dans cette étude sont présentés dans la partie suivante et synthétisés sur la planche 17.

### 2.2.1.3. Caractérisation des traces d'usage utilisée

#### *Observation macroscopique*

Un premier niveau d'observation macroscopique permet de décrire l'organisation générale du relief de la surface d'usure : "l'organisation" ou "structure" du relief peut comprendre par exemple la présence ou non d'une opposition entre anfractuosités et aspérités "arasées", présentant des plages de régularisation du relief appelées "**plateaux**" lorsqu'elles ont une morphologie planes en section, "**plages d'usure bombées**" lorsqu'elles ne sont pas totalement planes. La surface peut aussi présenter une régularisation générale sans organisation parties hautes / creux. A cette première échelle de description, on note aussi la présence de stries ou de lustres (surface réfléchive) perceptibles macroscopiquement.

Matière, mode de transformation et type d'outil	Etat général de la surface	Altération affectant les grains composant la roche (grès)	Présence de lustre observable à la binoculaire
<i>Broyage du maïs</i> , molette mise en forme utilisée avec un répercutant	nivellement important de la surface, lustre brillant	sommet des grains dépoli dû à des éraflures et des micro-éclats, n'affecte pas l'ensemble du grain	petites zones peu réfléchives
<i>Broyage de graines de tournesol</i> , molette non mise en forme et utilisation de répercutant	petites zones nivelées peu marquées, lustre développé sur toute la surface	grains anguleux dépolis (usure par fatigue et abrasion), lustre affectant partiellement les grains situés dans les interstices	lustre réfléchif, répartition étendue mais seulement partielle dans les anfractuosités
<i>Broyage d'argile</i> , mise en forme et utilisation de répercutant	nivellement important de la surface et éraflures	usure seulement du sommet des grains essentiellement par fatigue et abrasion	pas de lustre
<i>Broyage de tessons de céramique</i>	nivellement mais certains grains sont encore en relief	grains dépolis, usure par fatigue et abrasion	pas de lustre
<i>Travail du bois</i> (abrasion), outil non mis en forme	surface uniforme sans interstices	grains sur les plages planes arrondis, les côtés des grains sont partiellement affectés, l'usure ne se développe pas dans les interstices	pas de lustre
<i>Travail de l'os avec une pierre à rainure</i>	non décrit	grains anguleux, usure de type fatigue et abrasion pour certains grains mais la plupart sont émoussée ; usure proche du travail du bois	pas de lustre prononcé
<i>Travail de la peau</i> , nettoyage avec un outil de type molette mis en forme	pas de changement important de la topographie	grains arrondis sur toute leur surface, usure développée aussi dans les interstices, stries occasionnelles	lustre prononcé
<i>Travail des coquillages</i> par abrasion, outil de type meule mis en forme	nivellement général par arrachement de grains	de nombreux interstices, les grains sont dépolis, usure proche de celle du broyage de l'argile et de tessons	pas de lustre

tableau 15 : synthèse des résultats des expérimentations réalisées par Adams sur un outillage en grès, d'après Adams (1989).

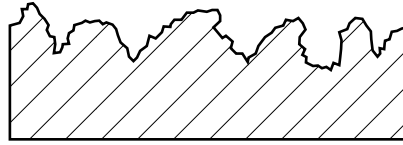
### *Etude à faibles grossissements*

A la binoculaire, nous nous sommes attachée à décrire l'aspect général du microrelief. Le terme de "**microrelief**", utilisé par de nombreux auteurs, désigne ici l'état de la surface observable à différents grossissements. On précise ainsi son organisation générale en qualifiant en particulier la régularité ou irrégularité des zones de plateaux.

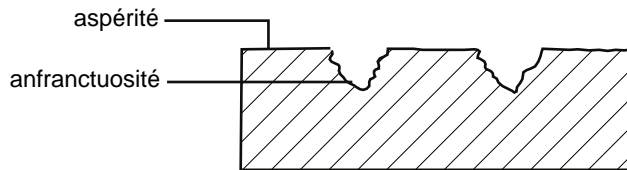
La description du microrelief comprend plus particulièrement celle de **l'état de surface des grains en fonction des types d'altération** définis par Adams :



## Organisation ou structure du micro-relief (surfaces en section)

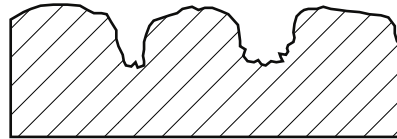


exemple de surface piquetée

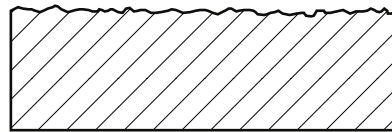


1. *Arasement des aspérités*

1.1. formation de plateaux plans

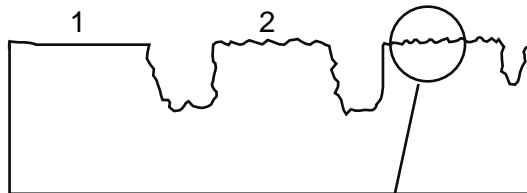


1.2 formation de plages d'usure bombées

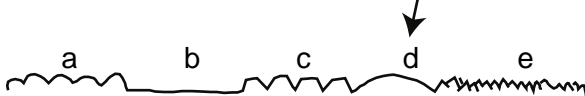


2. *Régularisation générale*

## Aspect du micro-relief : aspect des zones de plateau et types d'altération affectant les grains



Aspect du micro-relief :  
1 : plateau régulier  
2 : plateau irrégulier



Détail sur zone d'usure, les types d'altération affectant les grains :

- a. grains émoussés
- b. zones d'homogénéisation (pas d'interstice entre les grains)
- c. arasement du sommet des grains
- d. zone d'homogénéisation non plane
- e. micro-fractures de grains

## Planche 18

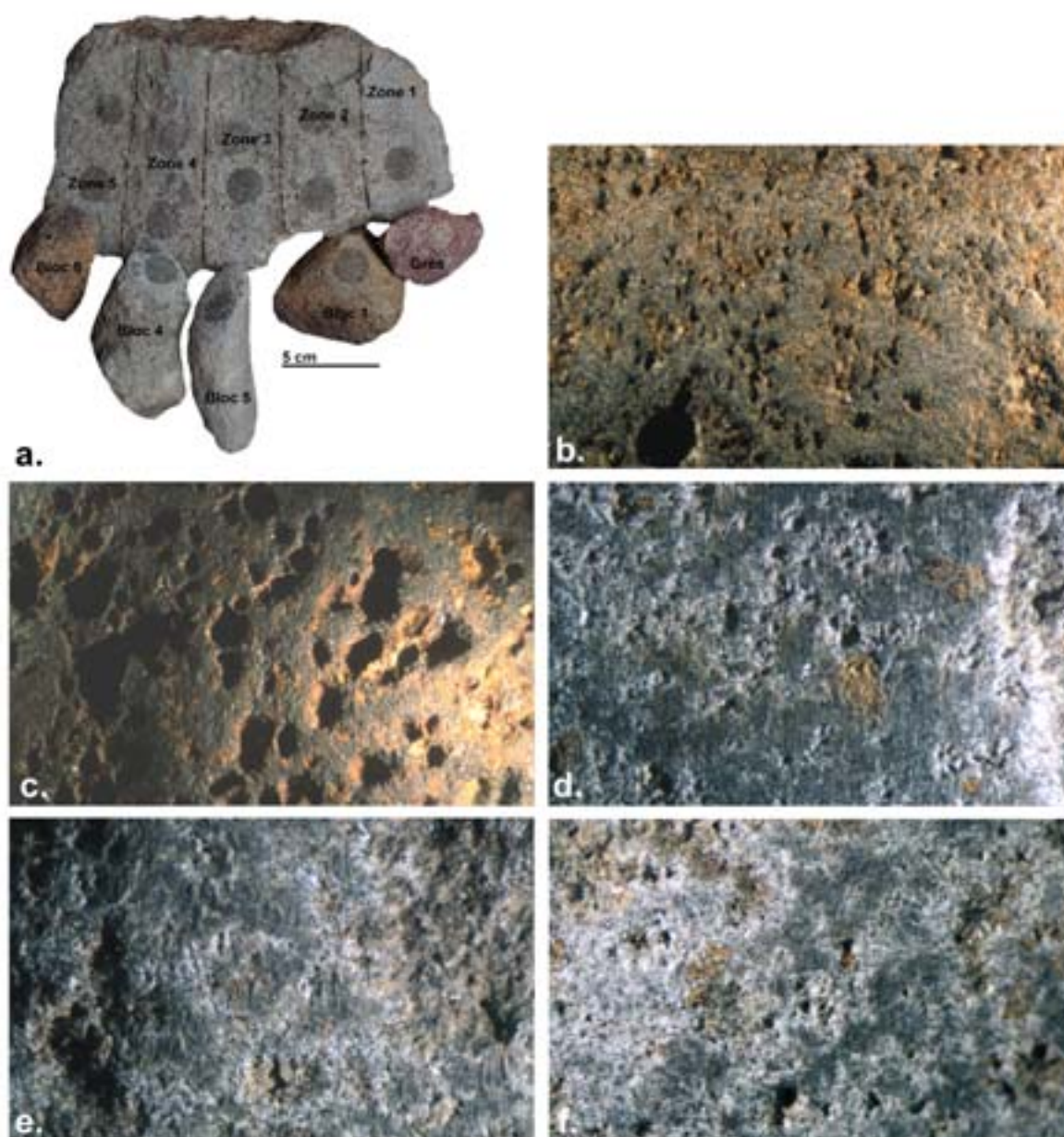


Planche 18, le travail d'égrisage (une heure) : a. le matériel expérimental, les ronds de couleur sombre correspondent aux traces laissées par la prise d'empreinte avec de l'élastomère dentaire ; b. bloc 1 X7,5 ; c. bloc 6 X7,5 ; bloc passif : d. zone 1 X25 ; e. zone 2 X25 ; f. zone 3 X25..

- abrasion des sommets ;
- arêtes émoussés ou vives ;
- arrachement et micro-fractures de grains.

Pour chaque type d'altération, on définit son étendue sur le grain lui-même (par exemple, un émoussé pour être général ou développé uniquement sur le sommet des grains) et sa répartition sur la surface en général. Lorsque que la surface présente des zones de plateaux sur les aspérités opposées à des anfractuosités, les états d'altération des grains sont observés dans ces différentes parties du micro-relief. Un autre critère utilisé par Adams pour décrire les surfaces est la présence ou non d'interstice entre les grains. Dans ce travail, nous parlerons de "**zones d'homogénéisation**" lorsque les grains ne présentant plus d'interstices entre eux forment des surfaces uniformes. Dans le cas contraire, les grains seront dits "détourés" ou "en relief". Cette échelle d'observation permet de plus de décrire les types de stries, de confirmer la présence de lustre, sa répartition et son étendue. La description des **stries** fait essentiellement référence à leur longueur, profondeur, orientation, le fait qu'elles soient isolées ou groupées, leur répartition sur la surface d'usure.

### *Etude à forts grossissements*

Des prises d'empreintes en élastomère dentaire Provil L ont été réalisées à différents stades d'utilisation afin de garder un témoin du développement de l'usure et de permettre une analyse des surfaces à forts grossissements, la taille des outils permettant rarement une observation directe.

Nous avons testé l'étude des surfaces aux microscopes à lumière incidente et transmise ainsi qu'au microscope à balayage électronique. Les objectifs et procédures d'analyse seront décrits en détail avant la présentation des résultats de ces recherches.

## **2.2.2. Nettoyage, décompte du temps d'expérimentation**

Dans les études tracéologiques "classiques", les temps d'expérimentation peuvent être décomptés en minutes / heures ou en "nombre de coup". De nombreux chercheurs privilégient la seconde solution car elle rend mieux compte du déroulement réel de l'expérimentation. Pour plusieurs raisons, nous donnerons ici les temps d'expérimentation en minutes / heures : l'utilisation, une fois l'expérimentation commencée, est continue bien qu'elle comprenne des interruptions régulières pour évacuer la mouture et recharger la surface en matière. Le geste de percussion posée peut être plus ou moins long en fonction de la taille du percuteur passif et actif, quelques variations de geste sur la surface (geste continu ou plus limité) peuvent de plus intervenir au cours du travail. Sur des utilisations longues, il nous est de plus apparu fastidieux de décompter l'ensemble des mouvements effectués.

A chaque stade d'expérimentation, le matériel a été nettoyé à l'eau savonneuse en effectuant un léger brossage de la surface afin d'enlever la matière d'œuvre piégée dans les anfractuosités. Dans certains cas, un nettoyage à l'alcool à 90° a aussi été employé.

## **Chapitre II. Présentation du référentiel expérimental et des résultats**

La présentation des protocoles expérimentaux manque à certaines études et nous aimerions souligner ici l'importance de ce type de démarche permettant la comparaison des données, le développement de travaux complémentaires ainsi que l'analyse critique du référentiel.

Les expérimentations sont regroupées en quatre séries différentes :

- Expérimentations I : travail pierre contre pierre
- Expérimentations II : traitement des surfaces de type piquetage, bouchardage, abrasion
- Expérimentations III : fonctionnement en couple, broyage de différentes matières d'œuvre
- Expérimentations IV : fonctionnement isolé, abrasion, polissage de différentes matières d'œuvre.

Les roches employées proviennent d'affleurements de basalte du Golan ainsi que du wadi Dishon, tous situés à proximité du site de Mallaha. Dans la mesure du possible, nous avons essayé de reproduire la variabilité des basaltes utilisés par les Natoufiens. Nous avons recherché des blocs nécessitant un travail de mise en forme minimal. Ils ont été en général exploités le plus possible, certains sur toutes leurs faces. Nous présentons en *Annexe 1* un inventaire de ces blocs comprenant une description des matières premières, des états de surface naturels ainsi que la liste des différentes expérimentations pour lesquelles ils ont été employés.

Chacune des expérimentations sera présentée en précisant les objectifs, les déroulements puis les résultats des observations à faibles grossissements. Ces résultats sont donnés de façon synthétique et, sauf nécessité, une différenciation entre percuteur actif et passif n'est pas effectuée. Un résumé de ces observations est proposé en conclusion de chaque partie accompagné d'une comparaison avec les données d'autres travaux expérimentaux, ceci lorsque les protocoles et modes d'observations employés autorisent une confrontation des résultats. La présentation des résultats comprend une partie "remarques générales" donnant notamment notre appréciation sur l'efficacité du travail effectué. Bien que très subjectives, il nous a paru important de faire figurer ces observations. Pour les opérations de broyage, nous ne donnerons pas d'estimation du rendement du travail effectué. En particulier en raison de la taille des objets utilisés, la quantité de matière broyée par heure ne peut être considérée comme représentative.

Une synthèse générale des observations à faibles grossissements suivie de la présentation des études à plus forts grossissements sont données dans les chapitres suivants.

# 1. Expérimentation I : travail pierre contre pierre

## 1.1. Cadre de l'expérimentation

### 1.1.1. Objectifs

Il s'agissait tout d'abord de caractériser les traces résultant d'un simple contact pierre contre pierre, ceci pouvant servir de référence pour déterminer le rôle des matières broyées dans la formation des usures. Par ailleurs, nous avons recherché si l'emploi de basaltes différents, selon un mode identique d'utilisation, entraînait des variations significatives des états de surface.

### 1.1.2. Présentation du déroulement de l'expérimentation

Un bloc passif (bloc 3) a été divisé en bandes parallèles correspondant à différentes zones d'expérimentation. Sur chacune de ces zones, un bloc actif de basalte différent a été utilisé en percussion posée diffuse selon un mouvement de va-et-vient. Il n'y a pas de mise en forme préalable des blocs (Planche 18 et tableau 16).

Nous avons choisi d'employer aussi un bloc de grès afin de comparer les traces produites par une catégorie de roche différente. Le grès a été sélectionné en raison de ses qualités abrasives.

Les surfaces des blocs actifs et passifs ont été observées à différents stades de l'utilisation : 10 mn, 20 mn, 40 mn puis 1 heure. Les poids des objets et un profil au conformateur des zones utilisées ont été enregistrés, dans la mesure du possible, à chacun de ces différents stades (un enregistrement systématique de ces données n'a cependant pas pu être effectué).

<b>Zone de l'élément passif</b>	<b>Bloc actif associé</b>
Zone 1	grès
Zone 2	Bloc 1 : trachy-basalte poreux à iddingsite - pyroxène
Zone 3	Bloc 5 : basalte peu compact à iddingsite
Zone 4	Bloc 4 : basalte compact à pyroxène et andésite
Zone 5	Bloc 6 : trachy-basalte vacuolaire à olivine et iddingsite

tableau 16 : présentation du matériel expérimental, le bloc passif 3 est divisé en différentes zones (à gauche) auxquelles sont associés plusieurs types de basalte ainsi qu'un bloc de grès. La description des basaltes est donnée en annexe 1.

### 1.1.3. Etats de surface initiaux

Une description détaillée des états de surface des blocs utilisés est donnée en Annexe I. Le référentiel de surfaces naturelles s'appuie aussi sur l'observation d'une quinzaine d'autres blocs qui ne sont pas décrits en détail ici. Par ailleurs, il prend aussi en compte les résultats de l'étude du matériel utilisé lors des autres expérimentations.

## 1.2. Résultats

### 1.2.1. Remarques générales

Si l'objectif est de régulariser ou creuser un bloc de pierre, on remarque en général une efficacité variable en fonction des blocs utilisés. Le bloc de grès nous est apparu largement plus efficace bien qu'il s'use très rapidement, de nombreux grains se détachant lors du frottement. Il semble que plus la matière du percuteur actif est compacte (grains soudés se détachant difficilement) moins le travail est rentable. Quel que soit le type de basalte utilisé, le travail entraîne la production d'une quantité importante de poudre très fine. Les facettes d'usure sont très marquées dès le début de l'expérimentation, la roche apparaît plus tendre au niveau de la partie néo-corticale qui est rapidement enlevée, elle semble ensuite plus résistante.

Malgré les données partielles concernant l'évolution de la masse des blocs (tableau 17), nous remarquons en général une forte perte de poids au départ suivie d'une stagnation. Ceci correspond probablement à l'enlèvement des parties néo-corticales. Le grès et le bloc 6 semblent faire exception.

Bloc	nat	10 mn	20 mn	40 mn	1 heure
Bloc de grès	107.4	79.1	77.8		76.7
Bloc 1	224.1	222.4	221.5	220.6	220.2
Bloc 5	169.2		167.2	167.1	167.1
Bloc 4	255		253.8	253.7	253.7
Bloc 6		62.4	60	59.6	58.8

tableau 17 : Expérimentation I, le travail d'égrisage ; masse des éléments actifs à différents temps d'utilisation (en grammes).

### 1.2.2. Abrasion pierre contre pierre : analyse comparée des différentes expérimentations

#### 1.2.2.1. Différences observées entre les états de surface naturels et égrisés

Au niveau macroscopique, le travail entraîne, sur le bloc passif, quel que soit le type de percuteur actif utilisé, la formation d'un "sillon", zone faiblement concave en section

présentant un état de surface régularisé et légèrement réfléchissant. Sur les éléments actifs, il y a formation d'une facette d'usure convexe. Sur les deux pièces, des plages de coloration sombre marquant les zones les plus usées ainsi que des stries indiquant le sens du travail sont perceptibles aux plus faibles grossissements et parfois macroscopiquement (Planches 18 et 19).

Au niveau de la morphologie générale ainsi que des états de surface, les différences entre blocs naturels et utilisés sont évidentes. La question est de déterminer comment elles peuvent être décrites à faibles grossissements. Elles sont perceptibles à deux niveaux :

- celui de l'organisation générale du relief : les surfaces naturelles montrent une plus forte amplitude, le micro-relief est généralement accidenté. Les aspérités se présentent fréquemment sous la forme de petites zones bombées irrégulières. Sur ces zones, à la binoculaire, les grains sont généralement en relief, détourés donnant l'impression d'un micro-relief très irrégulier. Par ailleurs, les anfractuosités sont très nombreuses. Sur les objets utilisés, le relief est nivelé, de plus faible amplitude et les zones arasées dominent par rapport aux parties en creux. Ces zones peuvent apparaître sous la forme de petites plages bombées (au début de l'utilisation) mais elles sont alors plus régulières.

- celui de l'état de surface des grains : sur les blocs naturels des traces d'arrachement, de micro-fractures ainsi que des grains émoussés ont été observés. Ces altérations sont en général peu fréquentes, affectent souvent des zones peu étendues voir, des grains isolés. Sur l'échantillon des surfaces naturelles pris en compte, nous n'avons pas observé de stries ou d'état de surface réfléchissant. On n'observe pas non plus de variation dans les états de surface des grains entre les parties hautes et en creux des surfaces naturelles. Sur les pièces utilisées, les altérations de grains sont plus fréquentes et surtout leur distribution est corrélée à l'organisation générale du relief (opposition entre aspérité et anfractuosité).

### 1.2.2.2. Caractérisation des traces produites et variation en fonction des différents types de roche

#### *Elément passif*

Nous constatons une grande récurrence des traces obtenues sur les zones abrasées avec différents types de basalte (Planche 19). Ces traces peuvent être caractérisées de la façon suivante :

- au niveau macroscopique : création d'une facette d'usure de section concave, présence de stries longues et profondes indiquant un mouvement de va-et-vient après un certain temps d'utilisation ;

- à la binoculaire : relief régularisé, organisé en trois niveaux : - formation de plages d'arasement sur les aspérités de forme allongées et de petite taille (quelques millimètres), présentant une morphologie de type "cran" : on note la présence de stries courtes, groupées, apparaissant en relief, les grains y sont difficilement individualisables, certains sont légèrement en relief et présentent des arêtes émoussées sur tout leur pourtour (Planche 19). Ces plages peuvent être considérées comme de petites zones d'homogénéisation. Les stries

observées macroscopiquement sont en fait formées par les petites zones d'homogénéisation qui les dessinent en pointillés. Autour de ces plages se développent des zones nivelées sur lesquelles les grains sont affectés par des arrachements et des micro-fractures. Au cours de l'utilisation, les grains présentant un fort arasement de leur sommet deviennent plus nombreux sur ces zones - les parties les plus en creux conservent les caractéristiques des états de surface naturels des grains.

Les traces laissées par l'abrasion avec un bloc de grès nous apparaissent différentes (Planche 19, d. et a.) : sur les plages d'arasement, il n'y a pas de développement de morphologie de type "cran" mais de zones très planes où les grains sont individualisables et présentent des sommets tronqués. Les grains de la roche sont principalement fracturés et arrachés, nous n'observons pas de développement de zone d'homogénéisation ou d'émoussé des grains.

Au cours des expérimentations, on note que les morphologies de type "cran" ont tendance à devenir moins marquées. Des plages d'usure plus lisses, planes et étendues se développent sur les aspérités.

### *Eléments actifs*

Les variations des traces sont plus importantes dans cette catégorie d'outil, des récurrences sont néanmoins constatées (Planche 18) :

- au niveau macroscopique : nous observons ici aussi la formation de facette d'usure de morphologie ovale en plan, convexe en section ainsi que le développement de stries à différents stades d'utilisation selon les types de matière.
- au niveau de l'observation à la binoculaire : les états de surface sont similaires à ceux décrits pour le bloc passif. Des variations sont notées au niveau du développement de morphologie en forme de "cran" sur les aspérités (fréquentes sur les blocs : 5, 4 et 6 et moins développées sur le bloc 1) et de stries isolées et profondes sur les blocs 5 et 4.

Peut-on rapprocher ces variations avec des différences dans les types de basalte utilisés ? Le bloc 1 est celui qui présente les grains les plus grossiers. Le bloc 5 constitue la matière où les grains sont le moins soudés et se détachent facilement, ceci pourrait expliquer la présence d'éraflures sur la surface. Cependant des stries profondes et isolées sont aussi observées sur le bloc 4, matière très homogène. Le bloc 6, représentant les matières vacuolaires, semble se comporter de façon similaire aux blocs moins poreux. Ainsi, seule une différence dans la taille des grains composant la matière pourrait expliquer en partie les variations observées. Par ailleurs, la dimension des grains influent sur la lisibilité des traces, plus exactement sur l'applicabilité des critères de description des altérations de surface employés ici. Il apparaît difficile de définir les types d'altérations, leur amplitude sur les grains dans le cas de matières à grains fins. Le bloc de grès n'a pas fait l'objet d'observation systématique. L'usure est nette macroscopiquement et à la binoculaire. Elle est caractérisée par des arrachements de grains, des micro-fractures des grains les plus résistants ainsi que la formation de plages de fort arasement de leur sommet (Planche 19, f.).



## Planche 19

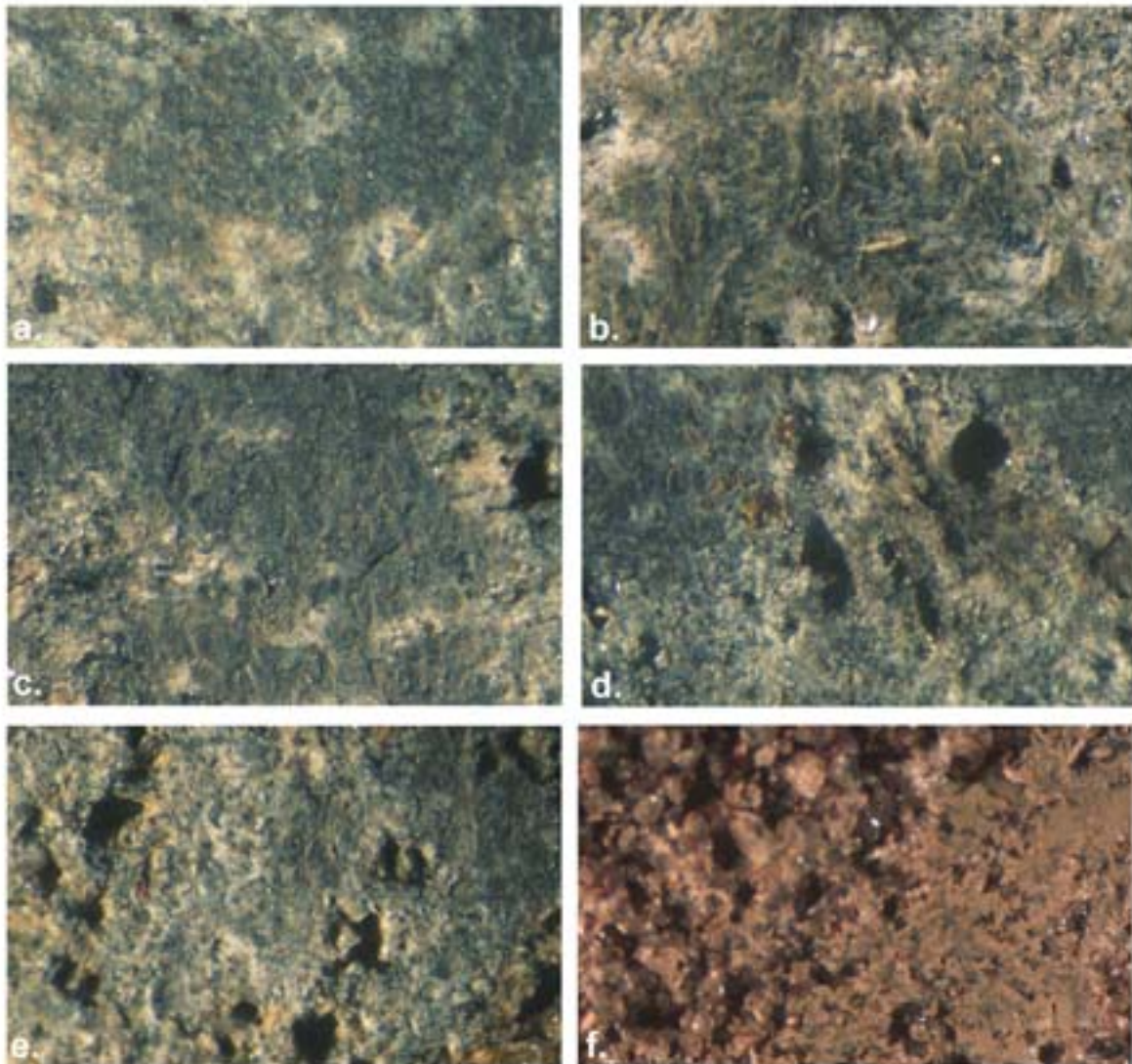


Planche 19, travail d'égrisage (une heure), élément passif : a. zone 1 X35 ; b. zone 2 X35 ; c. zone 3 X35 ; d. zone 3, autour des zones d'homogénéisation, plages affectées par des microfractures et arrachements de grains X35 ; blocs actifs : e. bloc 3 X35 ; f. pour comparaison, bloc de grès X35.

## Planche 20

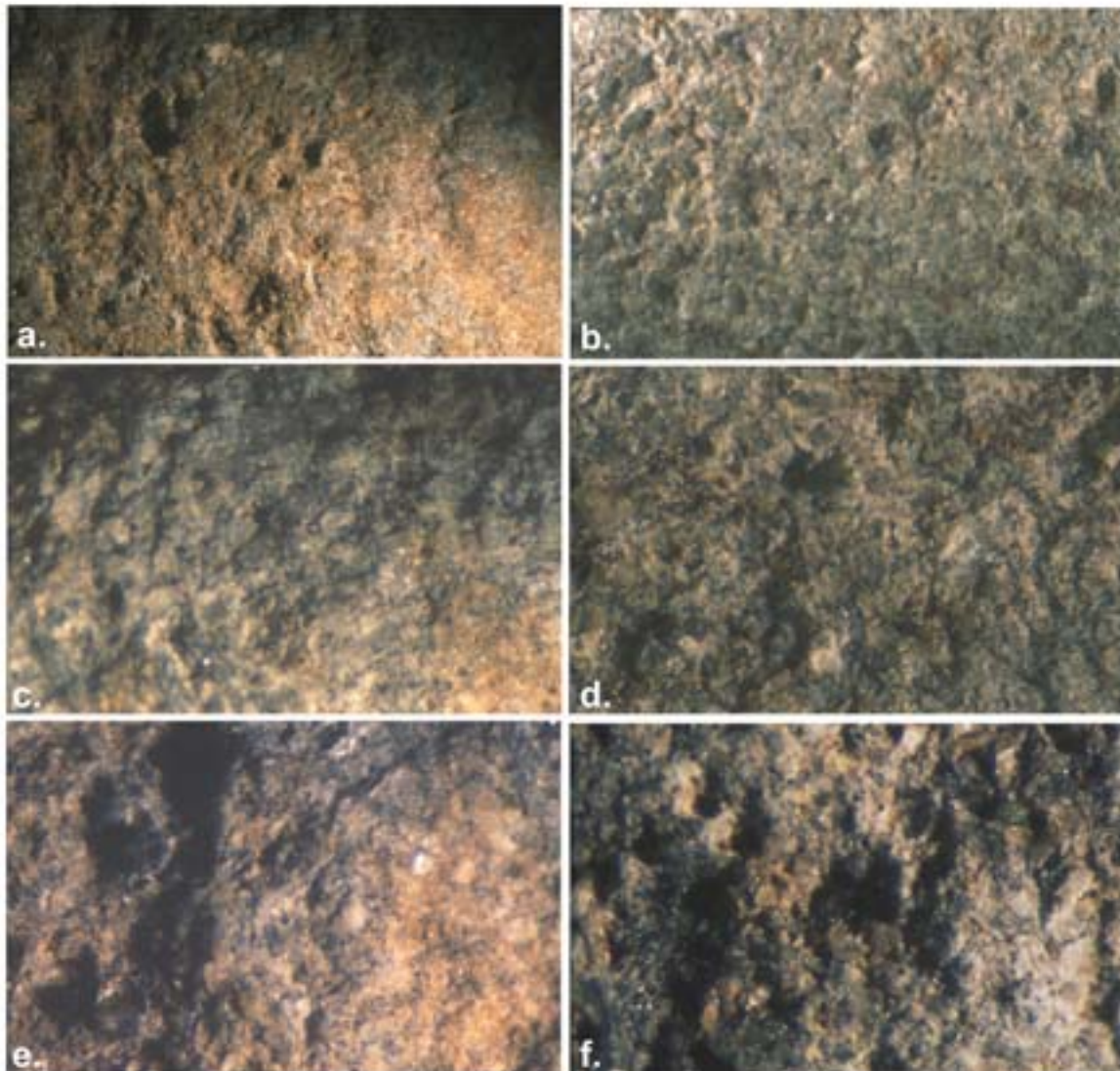


Planche 20, travail de bouchardage, passif 4 : a. surface naturelle X5 ; b. surface bouchardée X5 ; c. surface naturelle X30 ; d. surface bouchardée X 30 avec stries ; e. surface bouchardée X35 ; actif 1 surface bouchardée X35.

### 1.2.2.3. Comparaison des pièces actives et passives

La seule différence notable constatée entre utilisation active et passive est la morphologie des zones d'usures, plutôt concave pour la pièce dormante et convexe pour la pièce active. A la binoculaire, les altérations de surface présentent de nombreux points communs.

## **1.3. Le travail d'égrisage : discussion des résultats**

### **1.3.1. Axes d'expérimentation à développer**

Deux points semblent prioritaires :

- allonger les temps d'expérimentation afin de déterminer si les zones d'homogénéisation ne constituent qu'une étape dans le développement de l'usure résultant de l'égrisage ;
- si l'on veut comprendre l'influence des propriétés des roches dans l'efficacité du travail et la formation des traces d'utilisation, il est important de tester un éventail plus large de matières premières.

### **1.3.2. Comparaison avec d'autres résultats expérimentaux**

Le travail de polissage de la pierre avec ou sans abrasif a surtout fait l'objet d'expérimentations. Si l'on s'intéresse plus particulièrement aux roches grenues, plusieurs études peuvent servir de point de comparaison. Les résultats de ces travaux seront discutés en conclusion de la partie suivante portant sur l'étude des techniques de mise en forme.

## **2. Expérimentations II : caractérisation des traitements de surface de type bouchardage, piquetage et abrasion**

Dans cette partie, pour des raisons pratiques, nous utiliserons le terme de bouchardage lorsque que le percuteur utilisé est un bloc de silex sphérique présentant de nombreuses arêtes, celui de piquetage pour des percuteurs divers présentant des parties actives en forme de pointe ou d'arêtes. Par ailleurs, le terme d'abrasion est utilisé dans une acception large et n'est pas restreint au polissage avec abrasif. Nous rappelons qu'une description des états de surface naturels est donnée en Annexe 1.

### **2.1. Cadre des expérimentations**

#### **2.1.1. Objectifs**

L'objectif est ici en premier lieu de caractériser les états "initiaux" (c'est-à-dire mis en forme) des parties actives avant l'utilisation des outils, plus précisément les traces produites par des traitements de surface de type piquetage et bouchardage, seuls ou associés à de l'abrasion. Sur deux pièces passives, cette dernière technique a été appliquée au traitement de surface active, on a alors cherché en abrasant non seulement à régulariser mais aussi à creuser la surface. Sur ces objets, les surfaces ont été divisées en deux parties, une zone étant uniquement travaillée par bouchardage. Il s'agissait, après avoir utilisé la meule dans des opérations de broyage, d'évaluer l'incidence du traitement des surfaces dans la formation des traces d'usure.

#### **2.1.2. Déroulement**

Le matériel utilisé par la suite dans nos expérimentations portant sur le travail de différentes matières d'œuvre constitue l'essentiel de notre référentiel. Par ailleurs, plusieurs petits tests ont été effectués pour documenter un travail associant piquetage et abrasion selon différents mouvements et des enchaînements chronologiques variables. Lors de ces expérimentations, les percuteurs actifs ont été divers, comprenant du basalte mais aussi du quartz et du silex. Les temps d'expérimentation sont variables, ils sont déterminés de façon artificielle en ce qui concerne les petits tests effectués. Pour le travail de mise en forme, ils dépendent du temps nécessaire à l'achèvement des objectifs fixés (cependant nous avons eu tendance à les étendre de façon à obtenir des chiffres ronds) et ne dépassent pas 30 mn de travail. Un récapitulatif des expérimentations effectuées pour chaque type de traitement de surface est donné lors de la présentation des résultats.

## **2.2. Résultats**

### **2.2.1. Remarques générales**

En ce qui concerne les types de percuteur testés ici, notons tout d'abord que l'emploi de choppers de quartz n'est pas documenté dans les sites étudiés. L'utilisation de blocs de silex paraît plus probable, les bouchardes et pièces présentant des traces de percussion intense contre un matériau dur sont en effet fréquentes dans les sites natoufiens. Lors d'expérimentations préliminaires à la constitution de ce référentiel, nous avons testé l'utilisation d'un pic de silex. Le travail de piquetage entraîne une usure rapide du pic et est relativement inconfortable car il génère le détachement, assez violent, de nombreux éclats dont la trajectoire est incontrôlée. Cet outil a donc été abandonné par la suite.

L'enlèvement de la partie néo-corticale des blocs de basalte est relativement rapide, le travail de régularisation et la création d'une concavité sur les blocs passifs est plus difficile en particulier lorsque l'on attaque la matière non corticale plus dure. En général, il semble plus efficace d'adopter une stratégie plutôt que d'effectuer un bouchardage aléatoire. Le bouchardage intense sur une zone peut permettre de créer un petit dénivelé à partir duquel on avance progressivement sur la surface. Dans certains cas, il nous a paru plus efficace de pratiquer un geste tangentiel, la surface travaillée étant positionnée de champ. Le temps nécessaire à la réalisation du travail varie en fonction de la dureté des blocs, de l'état d'altération de la surface et de la dimension des objets. Cependant, nous pouvons considérer que l'aménagement minimal d'une zone de petites dimensions (d'environ 15 cm<sup>2</sup>) nécessite au moins un quart d'heure de travail.

Pour le travail d'abrasion, nous avons constaté qu'un bouchardage préalable permet d'initier une morphologie de la surface qui est ensuite reprise par l'abrasion. Par rapport aux surfaces non bouchardées, celles qui l'ont été avant l'abrasion apparaissent mieux régularisées pour un même temps de travail.

### **2.2.2. Expérimentations et étude des surfaces à faibles grossissements**

#### **2.2.2.1. Travail de la surface par bouchardage**

##### *Expérimentations effectuées*

Ce travail a été réalisé sur tous les blocs expérimentaux mis à part ceux utilisés pour l'expérimentation I. Lors d'une première série d'aménagement des surfaces actives, nous avons utilisé des galets aménagés de quartz (type chopper), par la suite, deux percuteurs en silex ont été employés. Il s'agit d'un bloc de silex roulé dont nous avons exploité des proéminences et parties anguleuses (boucharde 1) et d'un autre bloc mis en forme (débitage discoïde ; boucharde 2). Le tableau 18 présente pour chacun des blocs travaillés, les types de percuteur utilisés et les temps de travail effectués.

Pièces expérimentales	Boucharde	Temps de travail
Actif 1, zone 1	chopper de quartz	20 mn
Passif 1, face 1	chopper de quartz	20 mn
Actif 2	chopper de quartz	15 mn
Passif 3, face 1	chopper de quartz	20 mn
Passif 3, face 2	chopper de quartz	20 mn
Passif 4, face 1	boucharde de silex 2	30 mn
Actif 1, zone 4	boucharde de silex 2	20 mn
Passif 4, face 2	boucharde de silex 2	30 mn
Actif 4	boucharde de silex 2	15 mn
Passif 5	boucharde de silex 2	30 mn*
Actif 5	boucharde de silex 2	30 mn
Passif 6	boucharde de silex 1	30 mn
Passif 7	boucharde de silex 1	30 mn
Actif 6, zone 1	boucharde de silex 1	15 mn
Actif 6, zone 2	boucharde de silex 1	15 mn
Actif 6, zone 3	boucharde de silex 1	10 mn
Actif 6, zone 4	boucharde de silex 1	15 mn

\* le bloc a fait l'objet d'un travail préalable à la meuleuse électrique

tableau 18 : récapitulatif des expérimentations effectuées sur le travail de bouchardage et de piquetage.

Cette liste comprend les blocs ayant fait l'objet d'une étude détaillée. D'autres ont été examinés plus rapidement, il s'agissait alors de vérifier les conclusions proposées lors de l'étude détaillée.

### *Bilan des observations à faibles grossissements*

Les surfaces bouchardées présentent généralement une amplitude moindre que celle des surfaces naturelles. Le phénomène inverse est observé dans le cas d'un galet dont la matière se fracture de façon particulière, par détachement d'agglomérats de grains de taille importante. Les organisations générales du relief sont variables. On observe plusieurs cas où les aspérités ont un aspect de petits dômes ou de pics. Les impacts de percussion ne sont pas toujours individualisables, le cas échéant, ils présentent des morphologies diverses qui ne semblent pas correspondre au type de percuteur utilisé. Ces variations paraissent plus inhérentes à la façon dont la roche se fracture. A plus forts grossissements, la surface a un aspect granuleux, le micro-relief est très irrégulier (Planche 20). Les altérations de type micro-fractures et arrachements dominent sur tous les blocs observés, ces altérations sont plus ou moins lisibles selon la taille des grains composant la roche. La reconnaissance des altérations de type micro-fractures repose sur deux critères - une granulométrie plus fine par rapport à celle des surfaces naturelles - des grains aux arêtes vives. Pour un des blocs actifs travaillés avec la boucharde 2, on note la présence de stries profondes et isolées qui sont peut être liées une percussion effectuée selon un geste tangentiel (Planche 20, d.). Sur plusieurs blocs passifs, on observe des zones d'écrasement prononcé caractérisées par des micro-

fractures importantes et des arasements forts du sommet des grains. Ces zones sont associées à des stries de nature différente : groupées ou isolées, plus ou moins profondes. Elles n'ont été produites que lors de l'utilisation de percuteurs en silex. Par ailleurs, le fait que l'on retrouve ces traces uniquement sur des blocs passifs pourrait être lié à geste plus rentrant pratiqué pour l'aménagement d'une concavité.

## 2.2.2.2. Travail de surface par abrasion (mouvement de va-et-vient et circulaire)

### *Expérimentations effectuées*

L'abrasion seule selon un mouvement de va-et-vient a été effectuée sur un couple d'outil : passif 1, face 2 zone B et actif 1, zone 3 pendant 1 heure. Les états de surface peuvent ici être comparés au corpus de l'expérimentation I. Sur d'autres zones de ces mêmes blocs, nous avons testé l'abrasion selon un mouvement circulaire (passif 1, face 2 zone C et actif 1, zone 1 pendant 1 heure).

### *Bilan des observations à faibles grossissements*

En ce qui concerne le travail d'abrasion selon un mouvement de va-et-vient, les états de surfaces observés sur les éléments actif et passif sont identiques à ceux décrits lors de l'expérimentation I (Planche 21, b à f). Dans le cas d'un travail selon un mouvement circulaire, on retrouve ces mêmes caractéristiques à quelques nuances près. Sur le percuteur passif par exemple, nous n'observons pas la formation de stries nettes. Ceci peut être dû à une force exercée moindre par rapport à celle pratiquée lors du mouvement alternatif, le travail étant plus difficile à réaliser (préhension de l'outil actif et maintien de l'outil passif). Cependant, pour pallier ce problème, nous avons régulièrement effectué des préhensions à deux mains de l'outil actif afin d'augmenter la pression exercée. Cette différence pourrait être liée au geste même, il semble en effet qu'un mouvement circulaire induise des zones de contact moins récurrentes entre les surfaces des deux outils. Les stries sont néanmoins nettes sur l'outil actif (Planche 21, e et f). Elles sont perceptibles macroscopiquement, indiquent une même direction générale ainsi que de légères variations autour de celle-ci. À la binoculaire, il est possible de mettre en évidence des directions différentes si l'on compare plusieurs plages d'homogénéisation portant des stries. Aucune ne se recoupe. La pratique d'un mouvement circulaire reste difficile à établir, on constate plutôt un travail dominant selon un mouvement de va-et-vient et quelques variations dans la direction du geste.

L'identification de la direction du geste n'apparaît donc pas évidente. De légères variations dans la direction des stries seraient très significatives. Leur mise en évidence supposerait une étude détaillée de l'ensemble de la surface principalement fondée sur la comparaison des orientations des différentes stries, aucune strie se recoupant n'étant observée. Nous considérons que les tests effectués sont trop peu développés pour permettre de conclure sur ce problème. Ils peuvent néanmoins donner des directions pour de futures expérimentations.

### 2.2.2.3. Travail par bouchardage suivi d'une abrasion selon un mouvement de va-et-vient

#### *Expérimentations effectuées*

Ce travail a été testé avec trois couples d'outil. Pour le premier de la liste présentée ci-dessous (tableau 19), l'outil actif est en basalte. Pour les deux autres, ce travail a été réalisé lors de la mise en forme des surfaces actives de meules en basalte avec une boucharde en silex.

<b>Percuteur actif</b>	<b>Percuteur passif</b>	<b>Temps de bouchardage</b>	<b>Temps d'abrasion</b>
Actif 1, zone 2	passif 1, face 2, zone A	30 mn actif / 30 mn passif	1 heure
Boucharde 1	passif 6, face A, zone 2	30 mn	15 mn
Boucharde 1	passif 7, face A, zone 2	30 mn	15 mn

tableau 19 : récapitulatif des expérimentations portant sur le travail de bouchardage suivi d'abrasion.

#### *Bilan des observations à faibles grossissements*

Sur les percuteurs passifs comme sur le percuteur actif, on retrouve plusieurs caractéristiques observées lors du travail d'abrasion sans bouchardage préalable. En particulier, des zones d'homogénéisation de type "cran" se forment à partir d'un certain temps d'utilisation. Les différences essentielles par rapport aux surfaces non préalablement bouchardées résident dans l'organisation générale du relief. Les aspérités se présentent ici sous la forme de pics ou dômes qui sont tronqués lors de l'abrasion et où se développent préférentiellement les zones d'homogénéisation (Planche 21, a.). Les anfractuosités conservent les traces du bouchardage. Des stries nettes sont observées macroscopiquement uniquement pour le passif 1 et l'actif 1. Pour les deux outils passifs travaillés avec une boucharde en silex, elles sont visibles à faibles grossissements sur les zones d'arasement, dans un des cas elles indiquent de légères variations autour d'une direction principale. Lorsque le travail d'abrasion a été réalisé avec une boucharde, on constate une plus forte amplitude dans la distribution des zones d'usure. Ceci peut s'expliquer par le fait que la boucharde offre une surface de contact moins étendue et plus irrégulière que celle de l'outil en basalte. Par ailleurs, le silex étant plus résistant que le basalte, la boucharde ne se déforme pas ou peu lors de l'abrasion, lors d'un contact basalte contre basalte, les deux surfaces s'usent probablement dans des proportions identiques. Globalement, nous n'observons pas de différences importantes entre des abrasions réalisées avec un percuteur actif en basalte et en silex. Leur reconnaissance peut réclamer des techniques d'observations différentes.



## Planche 21

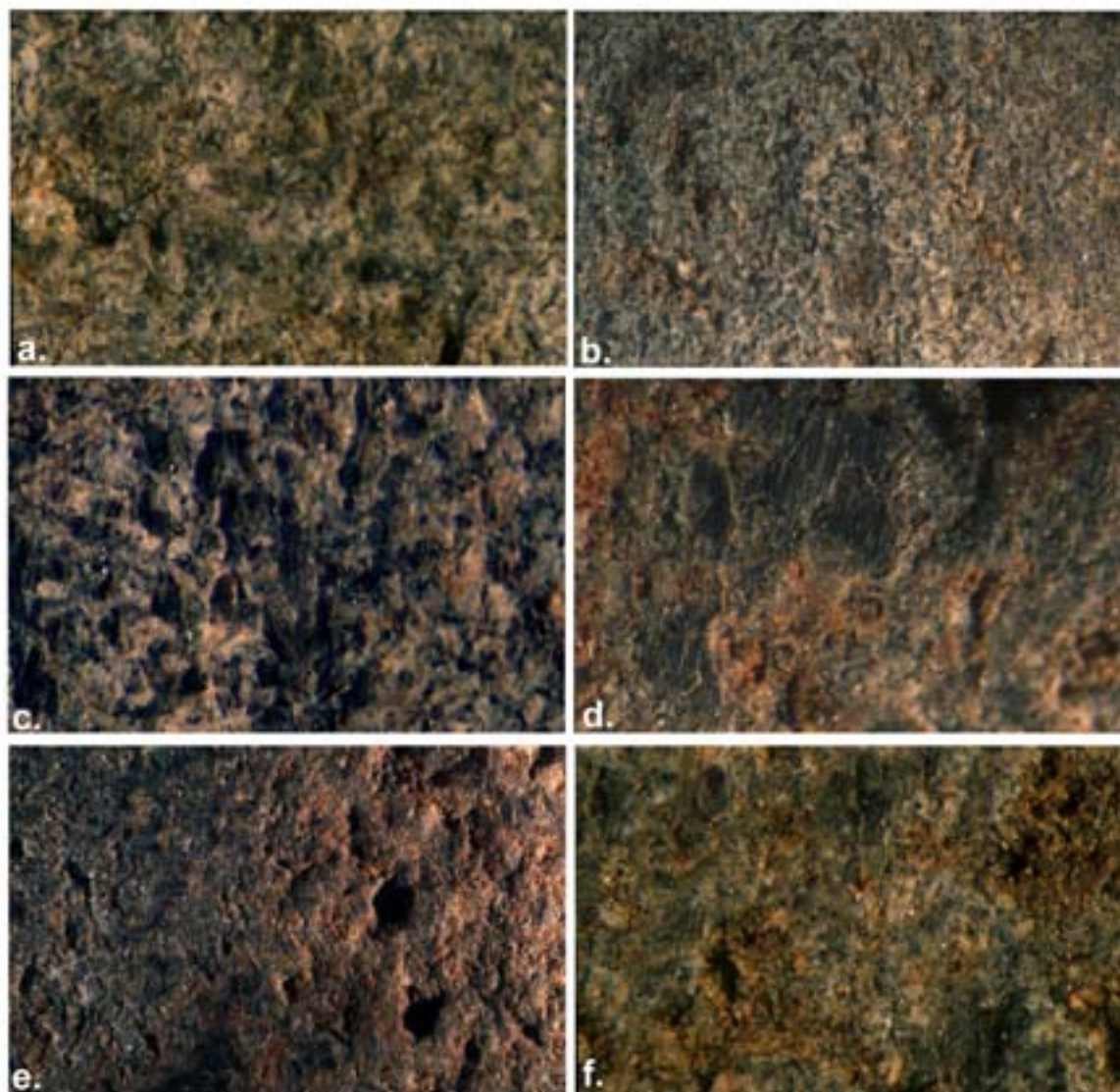


Planche 21, bouchardage et abrasion, passif 1 : a. zone bouchardée et abrasée X30 ; b. abrasée selon un mouvement de va et vient (une heure) X10 ; c. même zone X30 ; d. actif 1, zone abrasée selon un mouvement de va et vient X35 ; e. passif 1, abrasion selon un mouvement tournant (une heure) X5 ; f. actif 1, abrasion selon un mouvement tournant (une heure) X35.

## Planche 22

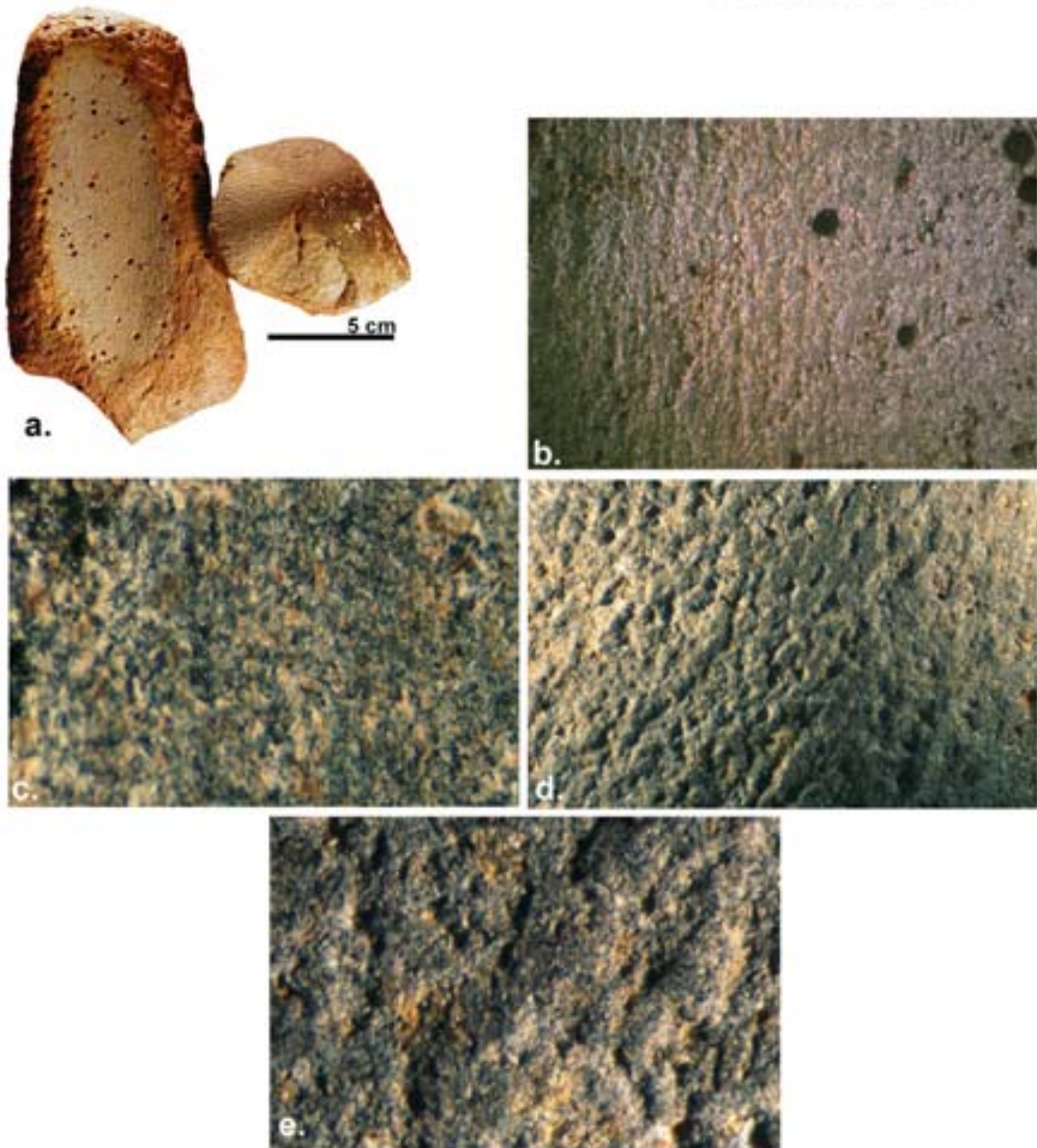


Planche 22, broyage d'ocre : a. passif 3 (face 2) et actif 2 (zone 2) ; percuteur passif (deux heures d'utilisation) : b. X20 ; c. X35 ; percuteur actif (une heure d'utilisation) : d. X10 ; e. X35

#### 2.2.2.4. Travail par bouchardage suivi d'une abrasion selon un mouvement aléatoire

##### *Expérimentation effectuée*

Ce type de travail a été testé sur un couple d'outil : passif 6 (face B zone 2) avec en percuteur actif, la boucharde de silex 1. Le bouchardage est effectué pendant 30 mn et l'abrasion 15.

##### *Bilan des observations à faibles grossissements*

Les états de surface sont similaires à ceux observés lors du mouvement alternatif. Les stries ne sont pas perceptibles macroscopiquement, elles sont observables à la binoculaire à partir d'un grossissement de x16. Si l'on compare différentes zones d'arasement, il est possible de constater des directions différentes de stries. Cependant, ceci a aussi été observé lors de la série d'expérimentations précédente dans le cas d'un travail selon un mouvement alternatif.

#### 2.2.2.5. Travail par bouchardage et abrasion simultanée

##### *Expérimentation effectuée*

Le bouchardage et l'abrasion de façon simultanée ont été réalisés sur l'outil passif 7 (face A, zone 3) avec la boucharde en silex 1 pendant 15 mn, le geste de percussion posée est aléatoire.

##### *Bilan des observations à faibles grossissements*

Les stries indiquant des sens différents sont rares, elles sont en général orientées selon une même direction. Il est nécessaire ici encore de comparer différentes zones d'homogénéisation afin de pouvoir déterminer un mouvement aléatoire.

### **2.2.3. Traitement de surface : synthèse des résultats**

Bouchardage et piquetage ont été réalisés sur un nombre relativement important d'outils. Des récurrences permettant de caractériser les états de surface résultant de ces traitements ont été constatées. Généralement, le micro-relief est irrégulier, les grains sont en relief, détourés et présentent des altérations de type arrachements et micro-fractures. Les zones actives des percuteurs utilisés présentent des morphologies diverses, par ailleurs, masses et matières premières varient aussi. Des différences dans les états de surface liées à ces variations n'ont pas été mises en évidence ici. Ceci réclame probablement la mise en œuvre de protocoles expérimentaux mieux contrôlés et/ou de techniques d'observation autres. Les variations observées dans les états de surface des pièces bouchardées nous sont apparues plus probablement liées au geste pratiqué (un geste tangentiel semble entraîner la formation

de stries isolées et profondes) et au type de roche travaillée, en particulier à la façon dont elle se fracture (qui semble influencer sur la morphologie des impacts et l'amplitude du relief).

Dans le cas d'un bouchardage suivi d'une abrasion, on constate, quel que soit l'outil actif utilisé, le développement, sur les aspérités, de traces caractéristiques mises en évidence lors de l'expérimentation I. Les anfractuosités conservent les traces du bouchardage qui sont encore perceptibles après une heure d'abrasion. Une différence entre l'abrasion avec une boucharde en silex (boucharde 1) et un percuteur en basalte peut être perçue au niveau du développement de stries et de la distribution des zones d'usure. Ces différences peuvent être liées à la morphologie du percuteur et à sa dureté relative par rapport à la roche travaillée.

Les tests réalisés sur les variations de mouvement ne sont pas assez développés pour pouvoir fournir des bases solides de généralisation. Ils soulignent cependant les difficultés d'une mise en évidence de la direction du geste dans le cas de mouvement aléatoire ou circulaire.

## **2.3. Les traitements de surface : discussion des résultats**

### **2.3.1. Axes d'expérimentation à développer**

Un axe de recherche nous semble plus particulièrement prioritaire : développer les expérimentations visant à tester des variations dans la direction des gestes afin d'établir des critères d'identification de ces directions, de mieux comprendre la formation des stries et d'évaluer leur valeur diagnostique.

### **2.3.2. Comparaison avec d'autres résultats expérimentaux**

Les recherches effectuées sur le sujet et pouvant servir de points de comparaison portent sur les outils de travail de la pierre et sur l'étude des surfaces mises en forme.

#### **2.3.2.1. Les outils de travail de la pierre**

Différents chercheurs se sont intéressés aux outils de travail de la pierre, en particulier aux traces d'usure et sous-produits permettant de les identifier (e.g. Dodd, 1979 ; Hayden, 1987 ; Reid *et al.*, 1993 ; Pritchard-Parker et Torres, 1998 ; Osborne, 1999). Nous discuterons plutôt du problème de l'efficacité relative des différents types d'outil puisque qu'une analyse tracéologique systématique des percuteurs actifs n'a pas été effectuée ici. Comme le souligne Hayden (1987), les pics sont généralement considérés comme les plus appropriés pour un travail de piquetage et d'épannelage. Sur ces outils, le pic est formé par une pointe triédrique allongée (Hayden 1987, p.49). Pour notre part, l'utilisation nous a semblé problématique. Ceci est peut être lié à un problème de définition, nous avons tenté de reproduire un pic en silex tel que nous avons pu en observer dans les assemblages natoufiens, ils diffèrent peut être des formes évoquées par Hayden. Notre pic était manifestement trop appointé et fin, il s'est usé plus vite que la surface travaillée. Selon Procopiou (1998, p. 72), l'utilisation d'un pic est

efficace pour les travaux de piquetage de la surface active mais, pour l'épannelage visant à régulariser le contour et la base, l'utilisation d'une pièce plus massive et sphérique est préférée. Hayden constate par ailleurs la diversité des percuteurs utilisés pour la production de meule chez les artisans guatémaltèques. La morphologie des zones actives est variable allant d'une pointe triédrique à une partie convexe, la plupart présentent néanmoins des arêtes. L'utilisation de parties actives anguleuses ou de tranchants, nous a aussi semblé préférable. Peu de travaux ont été publiés sur l'utilisation de bouchardes en silex. Les recherches expérimentales de Dodd (1979) et de Willoughby (1985) attestent, ceci pour différentes roches, que les traces observées sur ce type d'objet témoignent probablement de percussions intenses contre des matériaux durs. Notre expérimentation nous conduit à considérer que les bouchardes en silex sont particulièrement efficaces pour l'aménagement des surfaces. Ceci rejoint les conclusions d'autres expérimentateurs (par exemple, Procopiou, 1998 p.76), certains confirment aussi une plus grande efficacité d'un bouchardage non aléatoire de la surface et d'une incidence tangentielle du geste de percussion (Procopiou, 1998 p.72 ; B. Poissonnier, *com. pers.*).

### 2.3.2.2. L'étude des surfaces mises en forme

Différents travaux de recherche peuvent servir de point de comparaison, en particulier celui de Procopiou (1998), de S. de Beaune (1993a) et de Mansur et collaborateurs (Mansur-Franchomme *et.al*, 1987-88 ; Mansur, 1997).

- Etude de S. de Beaune : différentes techniques de façonnage (martelage, piquetage et abrasion) ont été reproduites expérimentalement sur trois roches différentes (calcaire, grès, granite) afin de produire une cupule. Pour le martelage, l'auteur utilise des percuteurs en basalte, des pics robustes en silex pour le piquetage, pour l'émeulage et l'abrasion, un galet de gneiss et des fragments de grès, enfin du sable comme abrasif. Les objets sont observés macroscopiquement et à la loupe binoculaire. La description s'intéresse à la morphologie générale des surfaces et au développement de traces caractéristiques. Les principales conclusions de ce travail peuvent être résumées comme suit : une différenciation entre martelage et piquetage peut être effectuée à partir des dimensions des impacts de percussion. Ceci n'est pas attesté dans notre référentiel, cependant certaines variables telles que l'incidence et la direction du geste y ont été peu contrôlées. Selon de Beaune, la différence entre émeulage et abrasion apparaît par contre très difficile à faire. L'auteur observe une forte variabilité des traces en fonction de la matière première travaillée, ce qui rejoint en partie nos conclusions.
- Etude de Procopiou : l'auteur expérimente la fabrication de meules sur des blocs de conglomérat, granite et basalte. Elle constate (1998, p.76) que "... *la réaction des matériaux et par conséquent les stigmates aussi bien sur la pièce active que sur les pièces passives...*" sont différents. Sur le conglomérat, la faible dureté de la matrice calcaire induit des impacts plus profonds et réguliers que pour le granite, pour le basalte "... *le piquetage n'a pas modifié l'aspect de la surface, naturellement rugueuse, mais a uniquement éliminé les aspérités.*"

- Etude de M.E Mansur et collaborateurs : ce travail porte sur l'étude du polissage de la pierre avec abrasif. Les auteurs se fondent sur un référentiel naturel et expérimental orienté vers la reproduction des traces de manufacture résultant du polissage avec abrasif et du piquetage. Plusieurs roches sont prises en compte : amphibolite, basalte, rhyolite et tuf. Les objets sont observés à la binoculaire (grossissements de 6X à 50X) et au microscope à lumière incidente (de 50X à 500X). La description des traces et leur analyse reprend la terminologie et les résultats des études tracéologiques classiques. Les principaux résultats obtenus peuvent être décrits comme suit : - sur les galets de plage, la micro-topographie est irrégulière, discontinue et ainsi moins réfléchive que celle des surfaces polies. Les galets présentent par ailleurs des zones d'abrasion ; - sur le matériel expérimental pour les galets de rhyolite et de tuf, le polissage a une texture régulière et lustrée. Il présente des stries parallèles peu profondes qui produisent une structure générale striée de la surface. Les traces de polissage ne se développent pas sur le galet en amphibolite : les amphiboles se détachent en petits éclats on n'observe pas de polissage, de stries ou d'émoussé. Les seuls indices de polissage sont décelables sur les grains de quartz dont les arêtes sont émoussées et la surface légèrement modifiée. Ces conclusions favoriseraient donc l'hypothèse d'une importante variabilité des traces en fonction du type de roche dans la catégorie des roches grenues.

## **3. Expérimentation III : fonctionnement en couple, variation des matières travaillées**

Lors de l'expérimentation I, nous avons constaté que les variations des types de basalte n'affectaient pas de façon conséquente la formation des traces d'usure. Ainsi, nous avons décidé pour l'expérimentation III de ne pas faire varier les types de roche et leur association pour le broyage d'une même matière d'œuvre. L'expérimentation I n'ayant porté que sur un contact pierre contre pierre, il faut alors admettre que les conclusions seront les mêmes si l'on intercale une matière entre les outils. Pour vérifier cette hypothèse, un contrôle minimal du paramètre "matière première" a été effectué : différentes matières ont été broyées sur des zones distinctes d'un même bloc, certaines ont été travaillées sur différents blocs de basalte. Les expérimentations I et II servent de référence pour déterminer le rôle des matières d'œuvre dans la formation de l'usure.

En ce qui concerne la mise en forme des outils, nous nous sommes attachés essentiellement au traitement des surfaces actives des objets. Il a été réalisé par bouchardage comme ceci a été détaillé précédemment. Les outils sont en général de taille réduite imposant le broyage d'une petite quantité de matière à la fois. Travaillant en position assise, les percuteurs passifs ont généralement été maintenus sur les cuisses, les percuteurs actifs actionnés d'une seule main. Afin de faire varier un minimum de paramètres, le geste d'utilisation a été maintenu constant : percussion posée selon un mouvement de va-et-vient s'accompagnant généralement en début de broyage de percussions lancées.

Les expérimentations effectuées seront présentées en fonction des matières travaillées en différenciant matières minérales, végétales et animales. Pour la description des états de surface à faibles grossissements, une différenciation entre percuteur actif et passif ne sera plus effectuée, les variations observées entre les deux types d'outil seront mentionnées le cas échéant.

### **3.1. Matière minérale**

#### **3.1.1. Le broyage de l'ocre**

##### **3.1.1.1. Déroulement de l'expérimentation**

L'ocre travaillée est un sédiment majoritairement meuble comprenant de petits blocs indurés. La présence de ces petits blocs a nécessité plusieurs percussions lancées avant un travail en percussion posée. Les surfaces ont été observées à différents stades d'utilisation : 20 mn, 1 heure, 2 heures, 3 heures 30.

### 3.1.1.2. Résultats

#### *Remarques générales*

Le travail de l'ocre entraîne un creusement rapide de la surface du percuteur passif. Le broyage est effectué jusqu'à l'obtention d'une poudre très fine, lorsque ce stade est atteint, on sent que la matière accroche beaucoup moins à la surface, elle est moins rugueuse. En fonction du temps de broyage, les couleurs changent. Les éléments les plus résistants sont, dans le cas présent, de petits grains de quartz. Ils sont brisés après un broyage intensif et donnent alors une teinte plus claire à la poudre.

La question de la nécessité d'un ravivage se pose ici, la surface ne semble pas perdre son mordant au cours de l'utilisation. Cependant, le creusement rapide de la pièce passive pourrait rendre le geste de broyage difficile et imposer un travail de ravivage (réduction des bords de la surface active).

#### *Bilan des états de surface observés à la binoculaire*

Sur le percuteur passif, on observe très vite une forte régularisation du relief qui est générale, seules les parties très en creux gardent des traces de piquetage (Planche 22, b.). Le micro-relief est de faible amplitude mais reste irrégulier, les grains détournés aux arêtes vives dominant, certains présentent un fort arasement de leur sommet (Planche 22, c.). Après deux heures utilisation, on observe la formation de zones sombres qui présentent des grains fortement arasés légèrement en relief et émoussés. Sur ces zones se développe un certain type de strie qui sont proches de celles observées pour le travail pierre contre pierre : elles sont groupées, apparaissent en relief. Un second type de strie est observé dès le début du travail : elles peuvent être décrites comme de grandes éraflures, difficile à suivre à la binoculaire car elles sont larges et irrégulières. Malgré le nettoyage, des restes d'ocre sont présents dans les zones en creux.

Sur le percuteur actif, la surface est très vite fortement régularisée et présente un aspect granuleux (Planche 22, d.). A la binoculaire, les états de surface sont organisés en deux niveaux. Sur les aspérités, on observe la formation de plages d'usure bombées sur lesquelles les grains sont affectés par un fort arasement de leur sommet et ne présentent pas d'interstice entre eux. Autour, le micro-relief présente l'aspect d'un léger piquetage, les arrachements et micro-fractures de grains dominant (Planche 22, e.). Deux types de stries sont présents : des sillons profonds observables surtout au niveau macroscopique, des stries profondes, courtes et individuelles sur les plages bombées observables à la binoculaire.



## **3.2. Matières végétales**

### **3.2.1. Le broyage du blé nu**

#### **3.2.1.1. Déroulement des expérimentations**

Les céréales nues sont le résultat d'un processus de domestication de ces plantes et ne se trouvent pas à l'état sauvage. Nous avons considéré ici que le travail du blé nu pouvait être représentatif de celui d'une céréale sauvage après décorticage. L'expérimentation principale a été réalisée sur les percuteurs actif 1 et passif 1 (Planche 23, a.). L'observation des surfaces a été effectuée à différents stades de l'utilisation : 20 mn, 40 mn, 1 heure, 2 heures, 3 heures, 4 heures puis 5 heures 30. Deux autres tests ont été réalisés sur des temps d'expérimentation plus courts, respectivement 2 heures et 1 heure de travail, sur les couples passif 4 & actif 4, passif 5 & actif 4. L'objectif était de tester le fonctionnement de différents types de basalte.

#### **3.2.1.2. Résultats**

##### *Remarques générales*

Un autre percuteur passif en basalte très compact à grains fins avait aussi été testé. Son utilisation s'est avérée peu efficace. La mouture au lieu d'accrocher aux percuteurs et de se fragmenter semblait plutôt patiner, une importante force de pression était nécessaire afin de broyer les graines. Ce percuteur passif a été abandonné après 40 mn de travail.

La dimension assez réduite de la surface active des percuteurs passifs n'autorisent pas, sous peine d'importantes pertes, de traiter une grande quantité de matière. En général, 5 à 10 graines sont broyées en même temps. Les graines étant entières, un broyage direct en percussion posée s'avère difficile. Il est apparu plus efficace de pratiquer un geste de percussion lancée afin de les casser préalablement. Ces premières percussions ont toujours été effectuées au centre de la pièce, aucune formation de cupule n'a été observée. Après cinq heures trente d'utilisation, nous pouvons constater que le travail devient plus aisé, les percuteurs actif et passif semblent devenir de plus en plus complémentaires morphologiquement. Un stade d'usure nécessitant un ravivage n'a pas été atteint.

##### *Bilan des observations de surface pour les différents objets*

###### Passif 1 et Actif 1 (5h30) :

Le relief est organisé en deux niveaux : on observe la formation sur les aspérités de plages bombées qui ont tendance à s'aplanir au cours de l'utilisation. Les anfractuosités sont dominées par les traces du bouchardage. Sur les plages bombées, le micro-relief est irrégulier et l'on note la présence de grains portant des traces de micro-fractures et de cristaux

émoussés, ainsi que le développement de zones d'homogénéisation sur lesquelles les grains légèrement en relief ne présentent pas d'interstices, leur sommet est fortement arasé (Planche 23). Au cours de l'utilisation, on constate sur les plages d'usure bombées, un développement de l'émoussé des grains qui affecte une partie plus importante de leur volume et se développe sur des cristaux qui conservent plus longtemps des arêtes vives (Planche 23, e. et f.). Des stries groupées, courtes et peu profondes associées à ces zones d'homogénéisation sont perceptibles après trois heures de travail pour le percuteur passif et deux heures pour l'actif. Ces zones sont peu étendues, opaques et de couleur claire, elles apparaissent en relief, comme une matière adhérent à la surface. Sur certaines parties, on observe des plages d'abrasion en cours de formation : les grains sont en relief et affectés par des arrachements et micro-fractures, certains sont émoussés et ne présentent plus d'interstices entre eux.

Passif 5 et Actif 4 (deux heures d'utilisation) :

Les traces sont similaires à celles décrites précédemment. Les zones d'usure bombées présentent un micro-relief irrégulier avec des états d'altération des grains divers comprenant : des grains fortement arasés et émoussés, des zones d'homogénéisation, des micro-fractures. Nous avons précédemment conclu que l'usure ne semblait pas affecter les anfractuosités. Une expérience de ravivage effectuée ici montre qu'il y a probablement développement d'un léger lustre affectant l'ensemble du micro-relief. Des stries sont perceptibles ici sur le percuteur passif après deux heures d'utilisation contre trois heures pour le bloc 1. Sur le percuteur actif, malgré un temps d'utilisation plus bref que lors de l'expérimentation précédente, les zones d'abrasion semblent plus régulières et les zones d'homogénéisation sont très développées. Les stries apparaissent beaucoup moins lisibles sur cette matière.

Passif 4 (face 2) & Actif 4 (une heure d'utilisation) :

Pour les percuteurs actif et passif, les états de surface sont similaires à ceux décrits précédemment. Sur le percuteur passif on note la présence de stries ne correspondant pas au sens du travail effectué. Elles pourraient résulter, bien que nous ne puissions l'attester, du plan de fracture de certains cristaux donnant l'impression d'une surface striée.

*Analyse comparée de différentes expérimentations sur le broyage du blé nu*

On observe sur les trois couples d'outil expérimentaux, une récurrence dans les états de surface qui permet de caractériser l'usure produite par le travail du blé nu de la façon suivante : il y a formation sur les aspérités de plages d'usure bombées peu étendues. Sur ces zones, le micro-relief est irrégulier et les grains sont affectés par différents types d'altération. On note la présence de micro-fracture, de grains émoussés sur tout leur volume et le développement de zones d'homogénéisation où les grains fortement arasés ne présentent pas d'interstices entre eux. Des stries sont généralement présentes, elles sont courtes, superficielles et groupées. Pour l'outil passif 4 cependant, nous avons rencontré des difficultés à les identifier, probablement en raison de certains cristaux allongés dont les plans fractures produisent une impression une surface striée. Ces zones d'usure bombées sont légèrement réfléchives, ce "lustre" est beaucoup moins prononcé après un nettoyage à l'eau savonneuse. Lors du bouchardage de la surface du passif 5 et de l'actif 4, nous avons pu

## Planche 23

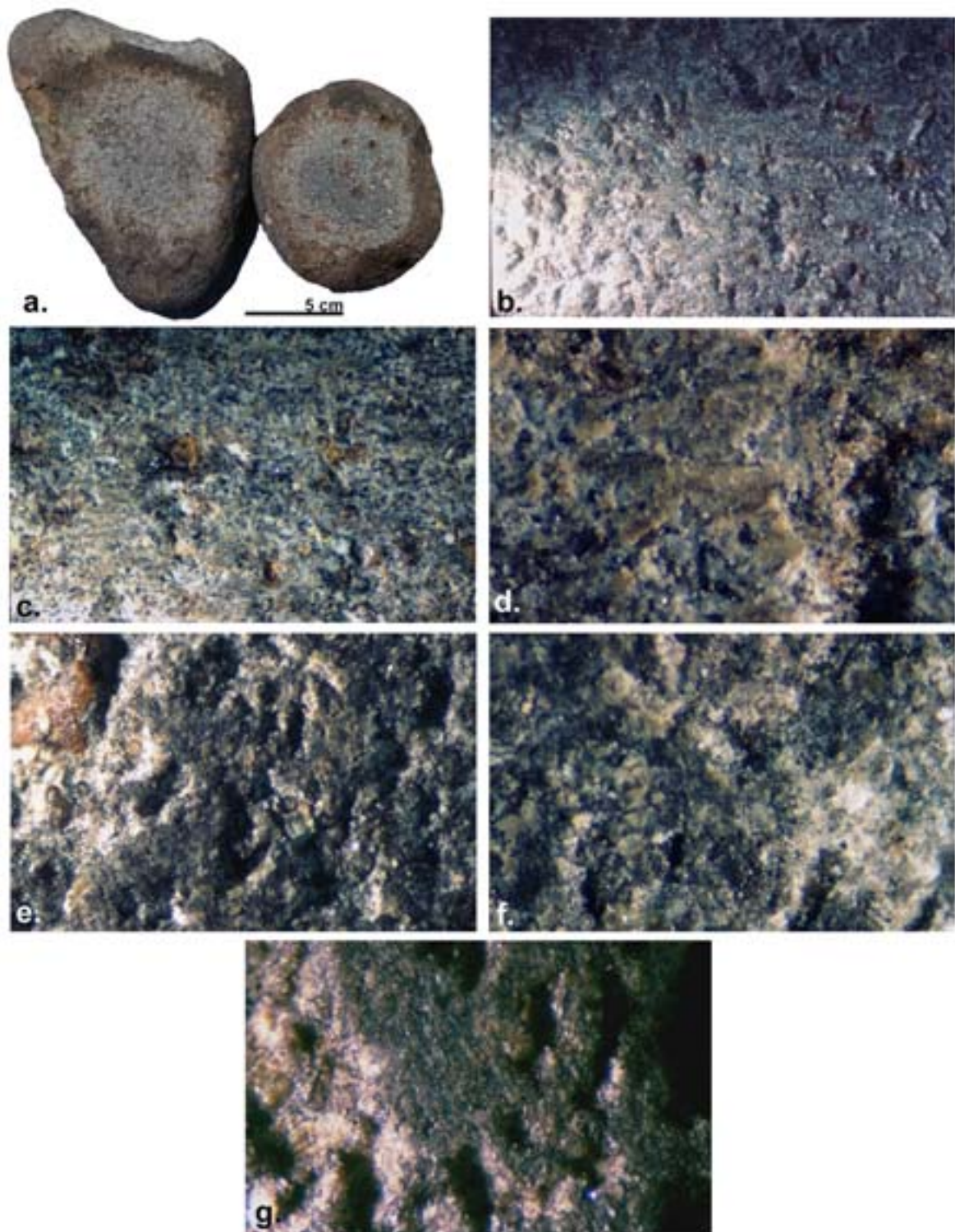


Planche 23, broyage de blé : a. passif 1 et actif 1 ; percuteur passif, deux heures d'utilisation : b. X5 ; c. X10 ; d. X35 ; percuteur actif, deux heures d'utilisation : e. X20 ; f. X35 ; cinq heures trente d'utilisation g. X35.

## Planche 24

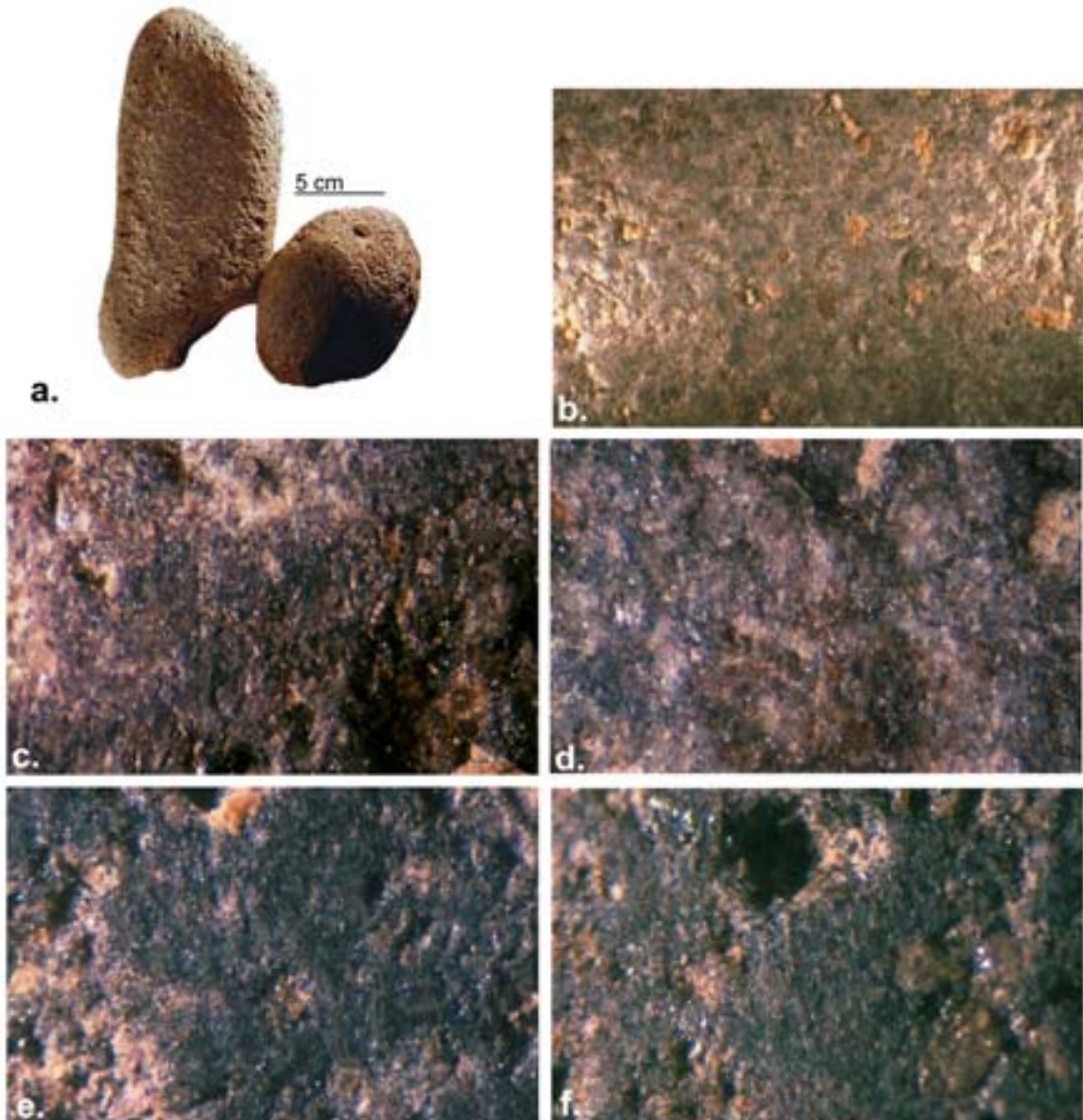


Planche 24, broyage de glands frais : a. passif 4 (face 1) et actif 1 (zone 4) ; percuteur passif (trois heures trente d'utilisation) : b. X3,5 ; c. plateau X35 ; d. anfractuosités X35 ; percuteur actif : e. plateau X35 ; f. stries sur plateau X35.

constater que ce lustre était en fait développé aussi dans les anfractuosités. Cependant, ces zones ne semblent pas affectées par une altération des grains, le lustre y est beaucoup moins réfléchissant. Une variation des états de surface est observée selon les blocs, elle concerne essentiellement la formation de zones d'usure plus ou moins bombées ou régulières.

## 3.2.2 Décorticage et broyage d'orge sauvage

### 3.2.2.1. Déroulement de l'expérimentation

Les céréales ont été récoltées dans un champ proche du Centre de Recherche Français de Jérusalem. Une petite partie a été travaillée immédiatement après la récolte, la majorité après séchage à l'air libre. Les épis sont séparés de la paille et réduits en épillets à la main, ceux-ci sont décortiqués puis broyés sans traitement préalable. Une première étape consiste à briser puis évacuer l'enveloppe, une seconde à produire de la farine en broyant les graines. Deux types de broyage ont été testés : un travail avec et sans eau a été réalisé sur les deux faces opposées d'un des blocs (Passif 6). Un autre bloc a aussi été utilisé pour le broyage sans eau (Passif 7). Un même bloc a été utilisé comme outil actif, divisé en trois zones différentes. Par ailleurs, les faces A des meules 6 et 7 ont été divisées en deux zones : l'une mise en forme par bouchardage et l'autre par bouchardage suivie d'abrasion.

### 3.2.2.2. Résultats

#### *Remarques générales*

Le travail de décorticage sur meule s'avère particulièrement laborieux, ceci confirme les résultats d'autres expérimentations (e.g Anderson, 1992 ; Procopiou, 1998 p.131 à 133 ; Moore *et al.*, 2000). Il semble que la séparation de la graine et de l'enveloppe entraîne nécessairement le broyage de la première. Lors du travail immédiatement après la récolte, l'écrasement de l'enveloppe rend la mouture relativement humide ce qui entraîne des difficultés pour l'évacuer. Le broyage des graines avec de l'eau, ceci après la séparation de l'enveloppe, paraît assez inefficace : l'eau semble jouer un rôle de lubrifiant et empêche généralement "l'accrochage" de la graine par les outils. Il semble plus pertinent, si l'on veut préparer une bouillie d'ajouter l'eau en fin de travail de broyage. L'usure des pièces nous semble très importante, ce type de travail nécessite probablement un ravivage fréquent des outils.

#### *Bilan des états de surface observés à la binoculaire*

##### Décorticage et broyage sans eau

— Passif 7 face A et Actif 6, zone 1 : pour le percuteur passif, l'utilisation entraîne la formation de plages d'usure légèrement bombées et réfléchissantes qui deviennent marquées après 1 heure d'utilisation. Sur ces zones, le micro-relief est irrégulier et les grains sont affectés par un arasement de leur sommet, des arrachements et micro-fractures surtout en début de travail. Après deux heures d'utilisation, on note le développement de petites zones d'homogénéisation du type de celles observées pour le broyage de blé. Sur les plages d'usure

bombées, des stries groupées, superficielles et courtes indiquent le sens du travail. Elles sont moins marquées sur le percuteur actif. Ces plages sont légèrement réfléchies. Les états de surface présentent des différences en fonction du traitement préalable effectué. Sur la zone uniquement bouchardée, les plages d'usure sont moins étendues et plus irrégulières. Il y a une nette opposition entre les aspérités affectées par le développement de ces plages et les anfractuosités qui conservent les traces du bouchardage. Dans la zone abrasée, les plages d'usure sont plus étendues et régulières, l'usure semble diffuse. Le lustre est plus généralisé sur la surface.

— Passif 6, face A & Actif 6, zone 3 : le temps de broyage est seulement de 30 mn, cependant nous pouvons constater que les états de surface sont similaires à ceux observés sur le couple d'outil précédemment décrit en début d'utilisation. On constate ici encore une différence en fonction des traitements des surfaces. Des stries sont observées sur les percuteurs actif et passif.

#### Broyage avec eau

— Passif 6, face B & actif 6, zone 4 : ici encore le temps d'utilisation est très bref, limité à 30 mn. Nous pouvons néanmoins constater d'importantes différences quant à la morphologie générale des zones d'usure. Celles-ci apparaissent beaucoup plus développées et planes, les stries y sont par ailleurs très nettes et le lustre semble plus marqué. Sur ces zones, le micro-relief reste légèrement irrégulier, les grains sont affectés principalement par un fort arasement des sommets. Sur le percuteur actif, on note la présence de grains aux arêtes émoussées.

#### *Analyse comparée des différentes expérimentations portant sur le broyage de l'orge avec enveloppe*

Les différentes expérimentations effectuées permettent de caractériser les états de surface de la façon suivante : il y a formation de plages d'usure légèrement bombées à planes dont le micro-relief reste irrégulier et sur lesquelles domine un arasement fort du sommet des grains. Sur plusieurs percuteurs actifs, des grains aux arêtes émoussées ont été observés. Des stries superficielles et groupées sont généralement présentes, elles n'ont cependant pas été observées sur tous les outils. Ces variations restent difficiles à comprendre, elles pourraient être liées à la matière première. L'usure est aussi caractérisée par le développement d'un lustre prononcé dont la distribution est plus ou moins importante. Des zones d'homogénéisation sont aussi observées lors de la première expérimentation, elles semblent se développer après un certain temps d'utilisation.

Des différences sont observées en fonction du traitement des surfaces effectué, sur les surfaces abrasées, les zones d'usure sont plus étendues et plus planes et diffuses.

Le broyage avec eau entraîne aussi la formation de plages d'usure plus étendues et planes. Le lustre apparaît plus prononcé et les stries beaucoup plus nettes.

## 3.2.3 Le broyage des glands

### 3.2.3.1. Déroulement de l'expérimentation

Pour une première série d'expérimentations, les glands ont été récoltés dans une forêt de Dordogne. Ils ont été broyés frais sans préparation préalable. Le travail des glands réclame des opérations de percussion lancée plus importantes que pour les autres matières. Ce premier travail de pilage a été réalisé toujours au centre de la surface active. Ce travail a été suivi d'un broyage en percussion posée alternative en testant un système d'évacuation de la mouture par une des extrémités du bloc passif.

Le broyage de glands frais a été effectué sur les percuteurs passif 4 et actif 1 pendant 3h30 (Planche 24, a.). Les surfaces ont été observées à différentes étapes de l'expérimentation : 20 mn, 1 heure, 2 heures puis 3 heures 30. Le broyage des glands après récolte a aussi été réalisé sur les percuteurs actif 5 et passif 5 pendant une heure, il s'agissait de comparer ici les traces d'usure produites sur une matière plus compacte (le bloc passif 5).

Une seconde série d'expérimentations a été effectuée en Israël, les glands ont été récoltés dans le jardin botanique de l'Université du Mont Scopus (Jérusalem). Ils ont été fragmentés à l'aide d'une enclume et d'un percuteur de basalte puis décortiqués. Nous les avons ensuite laissés sécher pendant deux semaines à l'air libre. Nous avons constaté lors de la première expérimentation que les glands, qui avaient séché entiers dans leur coque, devenaient très durs et cassants. Dans le cas présent, les fruits, déjà fragmentés par l'opération de décortilage, durcissent peu en séchant. Leur réduction en poudre est aisée mais réclame toujours des opérations de percussion lancée préalables. Elles ont ici aussi été réalisées toujours au centre de la pièce. Une première expérimentation a été effectuée avec les percuteurs passif 6 et actif 6 (durée de cinq heures trente), puis une seconde avec les blocs passif 7 et actif 11 pendant deux heures. Il s'agissait ici aussi de tester l'utilisation de basaltes différents. Lors de la seconde expérimentation, nous avons encore une fois utilisé un système d'évacuation en bout de meule sur une zone non bouchardée.

### 3.2.3.2. Résultats

#### *Remarques générales*

Lors du broyage des fruits immédiatement après la collecte, on obtient une pâte adhérent fortement à la surface ce qui rend l'opération de nettoyage difficile. Le broyage réclame un pilage préalable assez intense. Ce travail, toujours effectué au centre de la surface active, n'entraîne pas la formation d'une cupule et ne laisse pas de traces marquées. Sur l'outil passif 4, le système d'évacuation en bout de meule reste, après 3h30 d'utilisation, difficilement repérable. Les limites de la surface active du percuteur passif perceptibles macroscopiquement correspondent à la zone mise en forme par bouchardage. Les conclusions sont les mêmes que lors du travail de glands séchés.

## *Bilan des états de surface observés à la binoculaire*

### Glands frais

— Passif 4 - Actif 1 (3h30) : sur les percuteurs actif et passif, on observe très rapidement la formation de zones d'usure sur les parties hautes planes et qui restent peu étendues. Sur ces zones le micro-relief est irrégulier, les grains sont légèrement en relief et émoussés, certains présentent des sommets fortement arasés (Planche 24). Des zones d'homogénéisation peu étendues se forment rapidement, il s'agit de plages lisses sur lesquelles les grains ne présentent pas d'interstices mais restent individualisables. Ces plateaux présentent des stries superficielles, fines et groupées ainsi que d'autres plus profondes formant des sortes de sillons (Planche 24, f.). Dans les anfractuosités, certains grains sont émoussés d'autres présentent des arêtes vives (Planche 24, d.). Un lustre prononcé est présent essentiellement sur les zones de plateaux associé à une coloration sombre.

— Passif 5 - Actif 4 (une heure) : les états de surface sont similaires à ceux décrits précédemment. Les stries superficielles et groupées sont peu marquées sur le percuteur passif et leur reconnaissance est problématique sur le percuteur actif.

### Glands séchés

— Passif 6 & Actif 6 (cinq heures trente minutes) : nous pouvons constater des différences importantes entre les percuteurs actif et passif. Sur ce dernier, l'usure peut être caractérisée par la formation de plages peu étendues et très lisses sur les aspérités. L'usure est dominée par un arasement fort des grains créant des zones sans interstices, certains sont légèrement en relief et émoussés. Ces plages sont très réfléchives et striées. Sur le percuteur actif, l'état de surface est beaucoup moins réfléchif, aucune strie nette n'est observée, l'usure entraîne la formation de plages étendues dont le micro-relief reste irrégulier. On y observe longtemps des usures par micro-fractures, en fin de travail, les altérations dominantes sont un fort arasement des sommets des grains, la plupart restent légèrement en relief et émoussés, de petites plages d'homogénéisation lisses commencent à se développer. Enfin l'usure ici ne semble pas affecter les anfractuosités alors que sur le percuteur passif on y observe un lustre partiel ainsi que des grains émoussés. Ces différences sont les plus importantes observées dans la série d'expérimentation entre percuteur actif et passif. La seule explication envisageable reste ici les types de matières premières, effectivement très différentes. Pour le percuteur actif, les grains de la roche se détachent facilement d'où l'importance de l'usure par micro-fractures. Pour le percuteur passif, le basalte est constitué de grains très fins ceci pouvant expliquer la régularité des surfaces d'usure. La roche, plus compacte, est peut être plus propice au développement d'un lustre et à l'enregistrement de stries. Pour mieux comprendre le processus de formation des usures, il nous a paru important de renouveler cette expérimentation en utilisation d'autres types de basalte.

— Passif 7 & Actif 11 (deux heures) :

Macroscopiquement, l'usure apparaît longtemps peu marquée en particulier sur le percuteur actif. A cette échelle d'observation, elle peut être caractérisée par la formation de petites plages planes à bombées et une coloration sombre de la surface. Sur le percuteur actif comme passif, ces plages planes présentent, après deux heures d'utilisation, de petites



zones d'homogénéisation réfléchives, des grains en relief émoussés, des petites anfractuosités. Lorsqu'elles sont moins développées, le second type d'altération domine. Ces altérations se développent aussi dans les anfractuosités, elles n'atteignent pas les parties les plus en creux. Sur le percuteur actif, les plages d'usure ont tendance à être plus régulières, on y remarque un plus fort arasement du sommet des grains. Les zones d'homogénéisation se développent plus rapidement, elles présentent par ailleurs des stries. Une partie de la surface du percuteur passif a été utilisée sans bouchardage préalable. On y observe des zones d'arasement de la surface néo-corticale par arrachements et micro-fractures ainsi que des petites plages sombres et réfléchives non régularisées sur les aspérités. Les grains y apparaissent légèrement en relief et émoussés.

### *Analyse comparée des différentes expérimentations portant sur le broyage des glands*

Lors du travail des glands frais, on observe la formation rapide de plages d'usures planes d'une réflectivité marquée, présentant des stries groupées, courtes et peu profondes qui apparaissent plus ou moins lisibles selon le type de basalte. L'usure est envahissante dans les anfractuosités, elle est caractérisée par un émoussé des grains et une surface réfléchive. Sur les aspérités, les plateaux présentent de petites zones d'homogénéisation ainsi que des grains en relief émoussés. On retrouve ces caractéristiques lors du travail après séchage, elles apparaissent moins prononcées et leur développement est lent. En début d'utilisation, une usure par "abrasion mécanique", de type micro-fractures et arrachements est ici présente, elle reste longtemps une composante de l'altération de la surface (petites anfractuosités sur les plages d'usure). Sur le percuteur actif 6, elle est particulièrement prononcée, ceci étant vraisemblablement lié à la matière première. Pour la meule 7, le broyage a aussi été effectué sur une surface non bouchardée. On observe des zones d'arasement de la partie néo-corticale par arrachements et micro-fractures de grains et la formation, sur les parties les plus hautes, de plages d'usure sombres et réfléchives sur lesquelles les grains apparaissent légèrement en relief et émoussés.

## **3.2.4 Le broyage des noix**

### **3.2.4.1. Déroulement de l'expérimentation**

Le type de noix broyée (noix de noyer) est présent à l'état sauvage au Moyen-Orient mais sous des latitudes très élevées, il n'a donc probablement pas été exploité par les Natoufiens. L'objectif était ici d'illustrer le broyage de végétaux oléagineux en attendant de développer des expérimentations plus appropriées telles que le broyage de pistaches. Les percuteurs actif et passif ont fait l'objet d'un bouchardage préalable à l'utilisation. Les noix ont été travaillées après séchage. Elles sont préalablement décortiquées puis broyées selon un geste comprenant des percussions lancées suivies de percussions posées dans un mouvement de va-et-vient. Les états de surface ont été observés à différents stades de l'utilisation : 20 mn, 1 heure, 2 heures et 3 heures 30.

### 3.2.4.2. Résultats

#### *Remarques générales*

On remarque ici aussi que les dimensions des outils n'autorisent que le travail d'une petite quantité de matière, un quart à la moitié du fruit en général. On obtient une pâte grasse assez collante, il est difficile de nettoyer la surface lorsque le travail est terminé. Les vacuoles ou creux présents sur la surface de travail sont comblés par cette pâte. Elle contient des petits fragments de noix qu'il est difficile de réduire en plus petits morceaux.

A ce stade de l'utilisation (3h30), nous n'avons pas atteint un état de surface nécessitant un ravivage. Il est possible que ce type de travail ne nécessite pas ou peu de ravivage, les noix étant très tendres.

#### *Bilan des états de surface observés à la binoculaire*

Sur le percuteur passif, on observe très vite la formation de plateaux plans très réfléchissants sur lesquels les grains sont fortement arasés mais restent légèrement en relief et émoussés (Planche 25, b. et c.). Certaines zones peuvent être considérées comme des plateaux en cours de formation. Les grains sont plus en relief et émoussés, la zone présente une morphologie générale plane. Dans les aspérités, après une heure de travail, la plupart des grains présentent des arêtes vives mais certains sont émoussés, ils le sont tous après deux heures de travail (Planche 25, d.). En revanche, on n'observe pas de modification de la topographie générale. Un lustre prononcé d'aspect métallique, sombre et très réfléchissant, se développe sur toute la surface active. Des stries superficielles, longues et groupées indiquent, sur les plateaux, la direction du travail. D'autres isolées et profondes pourraient correspondre à une pollution liée à un agent abrasif. Pour le percuteur actif, les observations sont identiques à celles effectuées pour le percuteur passif. Le micro-relief apparaît néanmoins plus irrégulier et les stries moins évidentes (Planche 25, e. et f.).

## **3.2.5 Le broyage de légumineuses : les fèves ou "foul"**

### 3.2.5.1. Déroulement

Les fèves ont été travaillées sèches. Le broyage a été effectué au total durant cinq heures trente minutes, des observations ont été réalisées après 30 mn, 1 h, 2 h, 3h30 et 5h30 de travail.

### 3.2.5.2. Résultats

#### *Remarques générales*

Il est tout d'abord nécessaire de briser l'enveloppe contenant la graine, le travail est assez facile. L'enveloppe est ensuite évacuée. La production de farine réclame un travail préalable en percussion lancée pour réduire la graine en petits fragments puis en percussion posée afin d'obtenir une poudre fine. Les opérations de percussion posée entraînent des pertes de

## Planche 25

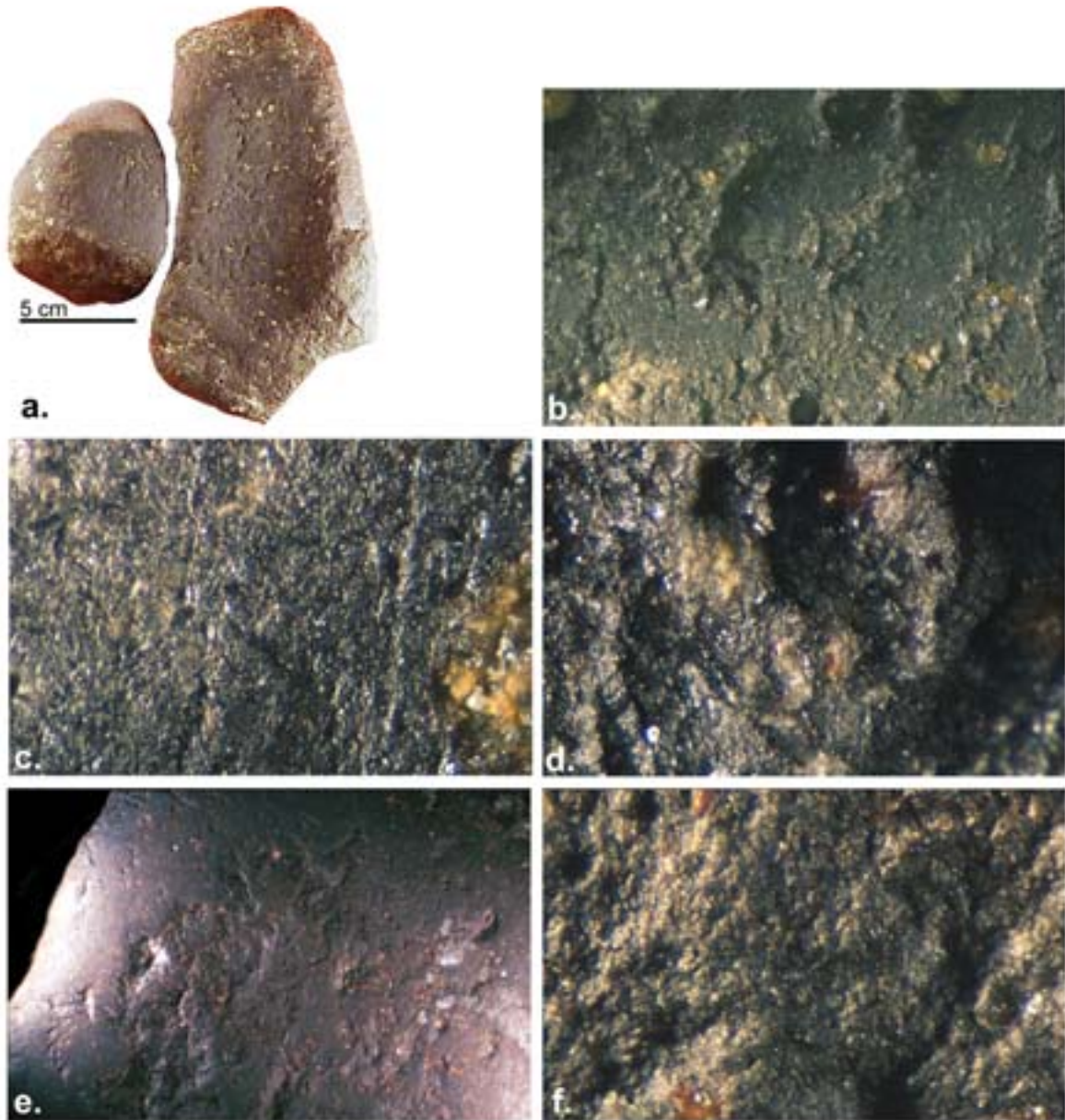


Planche 25, broyage de noix : a. passif (face 1) et actif 2 (zone 1) ; percuteur passif (deux heures d'utilisation) : b. X7,5 ; c. plateau X35 ; d. anfractuosité X35 ; percuteur actif : e. X3,5 et f. X35.

## Planche 26

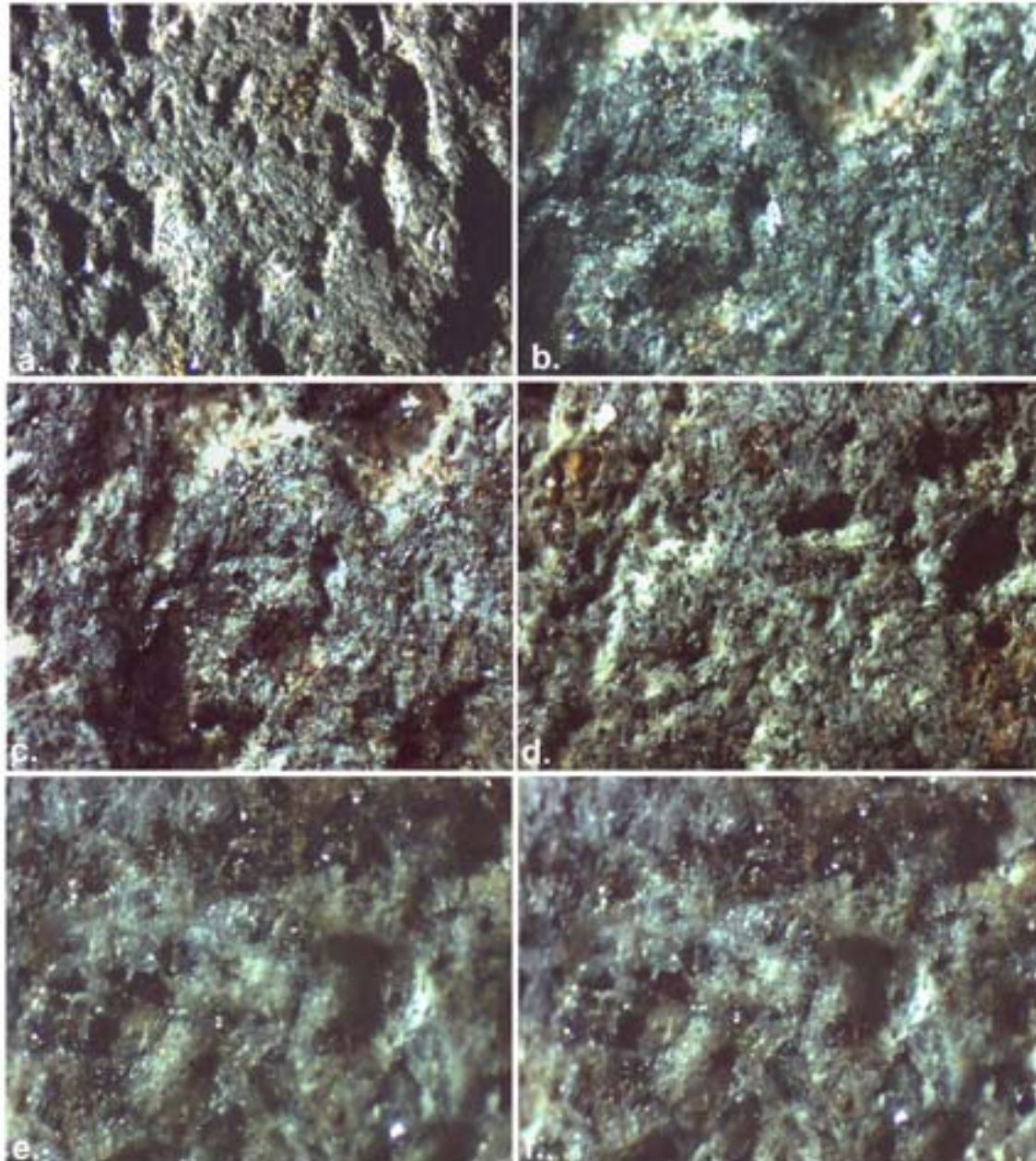


Planche 26, broyage de fèves (cinq heures trente d'utilisation) : percuteur passif : a. X15 ; b. X30 ; c. x30 ; percuteur actif : d. X15 ; e. X30 ; f. X40.

matière car les graines se cassent plutôt que de s'écraser, elles sont parfois projetées hors de la surface de travail.

### *Bilan des observations effectuées à la binoculaire*

Macroscopiquement, le broyage de fèves entraîne la formation de plages d'usure bombées sur les aspérités qui ont tendance à s'aplanir au cours de l'utilisation pour le perceur passif. La surface prend aussi, pour cet objet, une coloration sombre qui n'affecte pas les anfractuosités les plus profondes. Ceci n'est pas observé sur le perceur actif pour lequel généralement l'usure apparaît moins marquée. Il n'y a pas de lustre prononcé ni de stries. A la binoculaire, sur les plages d'arasement des aspérités, une usure de type micro-fractures et arrachements domine. Le micro-relief y est généralement irrégulier, entrecoupé de petites anfractuosités (Planche 26, a. à d.). Sur le perceur actif, il apparaît plus régularisé, on note quelques zones de fort arasement des sommets des grains, cet arasement semble se faire par micro-fractures (la surface a un aspect opaque et non dépoli). Après une heure d'utilisation, on note la présence de petites zones irrégulières de grains en relief et émoussés. Elles ne sont plus perceptibles après trois heures trente d'utilisation. L'usure ne semble pas affecter les anfractuosités, si ce n'est une coloration sombre observée sur le perceur passif (Planche 26, d. à f.).

## **3.2.6 Le broyage d'épices / légumineuses : le fénugrec**

### **3.2.6.1. Déroulement**

Lors de cette expérimentation nous avons effectué une mise en forme "complémentaire" des blocs, les deux blocs étant régulièrement testé en les abrasant l'un contre l'autre. Les graines de fénugrec sont relativement dures, il est possible de les briser en travaillant en percussion posée mais il apparaît beaucoup plus efficace d'effectuer tout d'abord plusieurs percussions lancées. On obtient facilement une poudre assez fine qui est légèrement pâteuse et collante bien que nous ayons travaillé des graines séchées.

### **3.2.6.2. Résultats**

Le broyage entraîne la formation de plages planes étendues sur les perceurs actifs et passifs (Planche 27 a. et d.). Les usures sont sensiblement différentes sur les deux pièces. Sur le bloc passif, en début de formation, on note des altérations dominantes par micro-fractures et arrachements, celles-ci restent importantes après 5h30 d'utilisation (Planche 27 b. et c.). Les plateaux sont alors discontinus, de petites anfractuosités dénotant probablement la présence d'arrachements. De petites plages d'homogénéisation sur lesquelles les grains sont fortement arasés et ne présentent pas d'interstices entre eux, semblent se former par micro-fractures, certains grains sont par ailleurs émoussés. Sur le bloc actif, le micro-relief est plus irrégulier, il présente aussi de petites anfractuosités et les altérations de type micro-fractures dominant (Planche 27, e. et f.). On n'observe pas de zone d'homogénéisation. Par ailleurs, sur le perceur passif se développe un lustre plus prononcé que sur l'actif, la surface a pris une teinte sombre. Ce lustre se développe partiellement dans les anfractuosités sur le perceur

passif, mais celles-ci conservent généralement des traces du bouchardage de la surface. Sur les deux objets, aucune strie nette ne s'est développée.

## 3.2.7 Le broyage d'épices : les graines de moutarde

### 3.2.7.1. Déroulement

Les graines travaillées sont de la moutarde blonde séchée, des différences par rapport à la moutarde sauvage sont à remarquer : les graines de cette dernière sont plus coriaces et contiennent plus d'huile.

### 3.2.7.2. Résultats

#### *Remarques générales*

Un travail en percussion lancée n'est pas nécessaire, l'enveloppe contenant le fruit se brisant facilement. Celle-ci est réduite en poudre ou évacuée lors du broyage. On obtient rapidement une poudre relativement fine assez humide. La contamination de la surface de l'outil est importante, elle semble généralement imprégnée de la matière travaillée. Le nettoyage est difficile. Ceci limite probablement les possibilités de réemploi ou d'utilisation des mêmes outils pour le broyage de matières différentes.

#### *Bilan des états de surfaces observés à la binoculaire*

Percuteurs actif et passif présentent des états de surface similaires, de légères variations sont cependant notées. Macroscopiquement, l'usure apparaît rapidement très marquée. L'état de surface est caractérisé par une opposition marquée entre les zones aplanies et les anfractuosités qui conservent les traces du bouchardage pour le percuteur passif (Planche 28, a. et d.). Ceci est moins net sur le percuteur actif, où l'on a plus l'impression d'un émoussé général de la surface. Les aspérités sont nivelées et forment des plages d'usure bombées à planes peu étendues et légèrement réfléchives. Au cours de l'utilisation, elles ont tendance à devenir plus planes et plus étendues. Sur ces zones, en début d'utilisation, les grains sont émoussés et certains présentent des altérations de type micro-fractures et arrachements sur le percuteur passif (voir par exemple, plateau en cours de formation, Planche 28, f.). Ces altérations sont beaucoup moins développées sur le percuteur actif. Après 5h30 d'utilisation, les grains sont majoritairement en relief et émoussés, les plages ont un aspect grenu (Planche 28, b. et e.). Elles sont entrecoupées d'anfractuosités de petites tailles et sont donc discontinues. De plus, on note le développement de zones d'homogénéisation peu étendues : les grains ne présentent plus d'interstices mais restent parfois individualisables car légèrement en relief, elles sont entrecoupées de petites anfractuosités. Notons que la répartition des plages d'usure connaît une certaine amplitude, celles-ci ne se développant pas uniquement sur les parties les plus hautes du micro-relief (Planche 28, c.). La surface est uniformément légèrement réfléchive y compris dans les anfractuosités. Dans ces zones, certains grains sont émoussés, la plupart présentent des arêtes vives.

## Planche 27

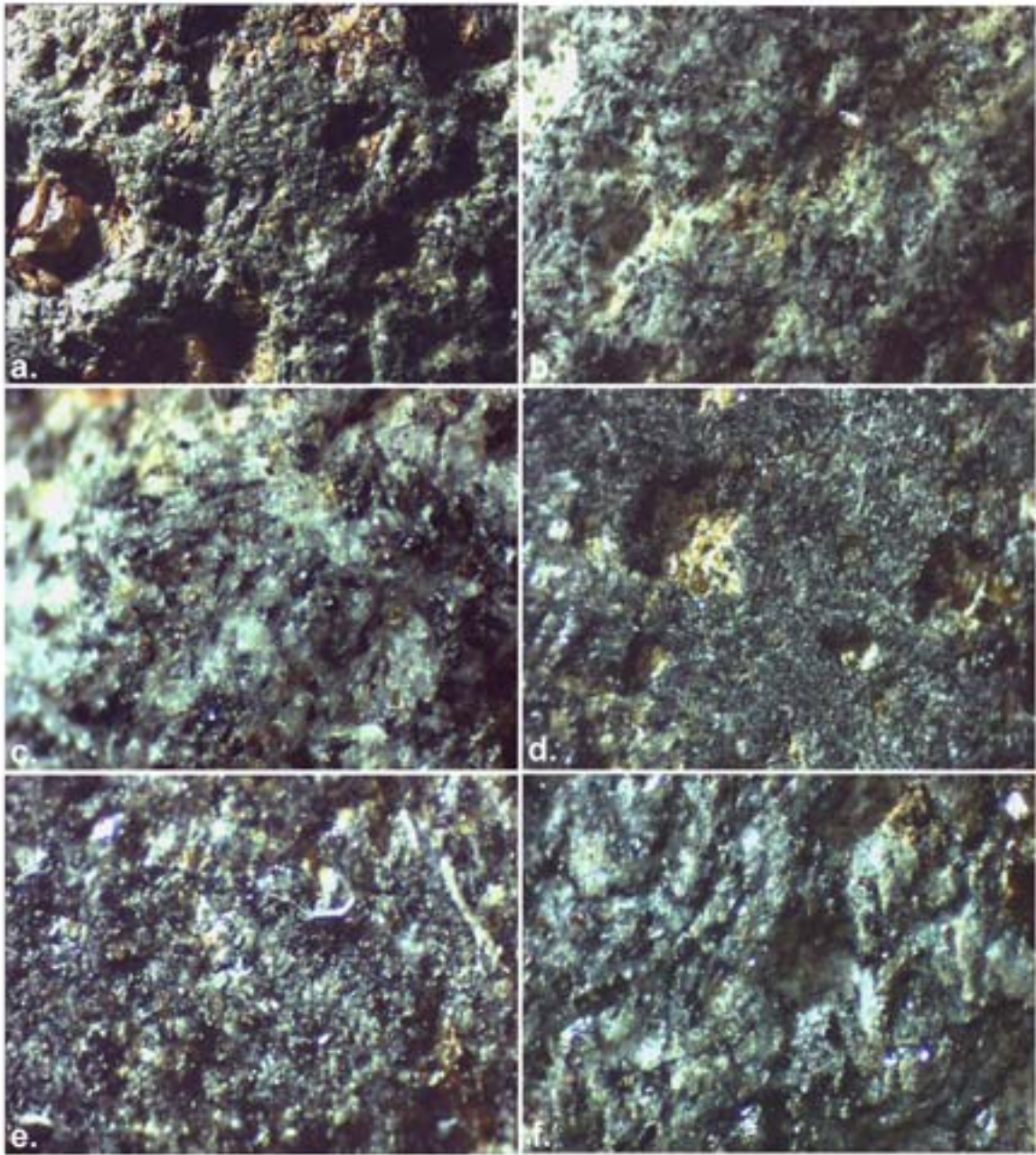


Planche 27, broyage de fénugrec, cinq heures trente d'utilisation, percuteur actif : a. X7 ; b. X30 ; c. X40 ; percuteur passif : d. X10 ; e. même zone X40 ; f. autre zone X40.

## Planche 28

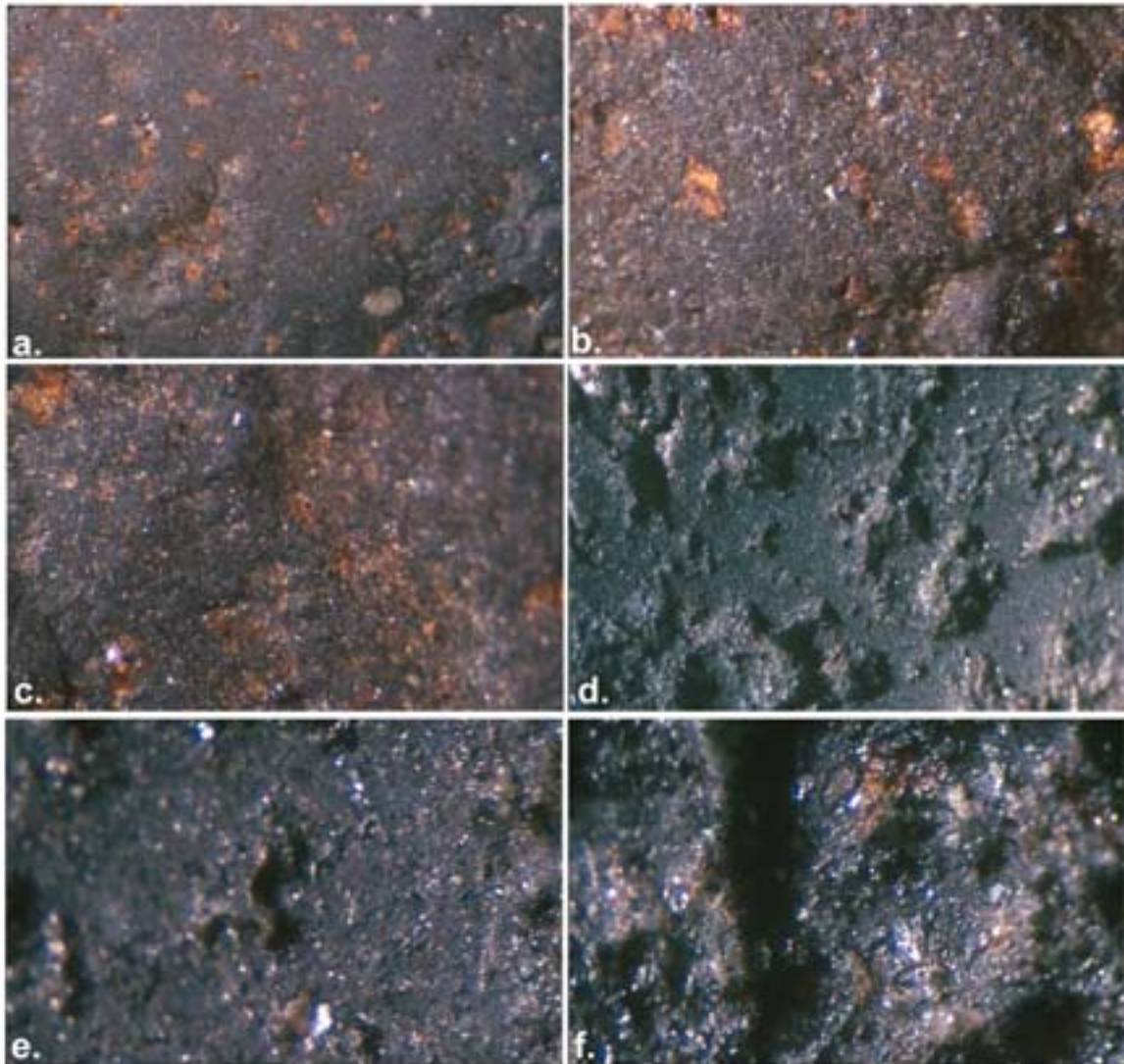


Planche 28, broyage de moutarde, cinq heures trente d'utilisation, percuteur passif : a. X10 ; b. sur plateau X35 ; c. anfractuosité X35 ; percuteur actif : d. X10 ; e. sur plateau X35 ; f. zone de début de formation de plateau X35.



## **3.3 Matières animales**

### **3.3.1 Le broyage de poisson séché**

#### **3.3.1.1. Déroulement de l'expérimentation**

Les percuteurs ayant servi lors d'expérimentations précédentes ont été bouchardés de façon à renouveler entièrement leur surface de travail. L'objectif était ici de broyer de la chair de poisson séché, fumé pour produire de la farine. Les arêtes et têtes de poisson ainsi que la peau n'ont pas été travaillés. Deux types de poisson ont été broyés : dorade et poisson chat. Le séchage n'a pas été réalisé par nous même. Lors du broyage, nous avons constaté une différence importante entre la dorade relativement grasse et le poisson chat dont la chair était beaucoup plus sèche et cassante. Ces deux poissons ont été traités séparément. Sur les outils employés pour le broyage du poisson chat, les surfaces de travail ont été partiellement aménagées afin de comparer les traces d'usure sur zone bouchardée et non bouchardée.

#### **3.3.1.2. Résultats**

##### *Remarques générales*

Lors du broyage de la dorade, la chair forme lors des premiers passages de petits filaments qui peuvent être ensuite réduits en des fragments plus fins mais une réelle réduction en poudre s'avère difficile. Une poudre fine est obtenue plus facilement avec la chair de poisson chat. Il est cependant nécessaire de concasser plus longtemps la matière (travail en percussion lancée). Comme nous l'avons mentionné, nous avons travaillé uniquement de la chair comportant parfois des arêtes ainsi que des fragments de peau. Un petit test révèle que la réduction des arêtes et de la peau par percussion posée sur matériel séché et fumé s'avère très difficile à l'exception des vertèbres. Ainsi, pour ce mode de préparation, l'utilisation de mortier et de pilon, au moins dans une première phase de traitement, paraît plus appropriée.

##### *Bilans des états de surface observés à la binoculaire*

— La dorade, cinq heures trente de broyage :

Sur les percuteurs actif et passif, la surface prend une teinte noire, elle est imprégnée de graisse et est généralement réfléchive (Planche 29, a.). De petits plateaux plans se forment après une heure d'utilisation, ils restent, après cinq heures trente de broyage, peu étendus. Sur ces zones, les grains sont dans un premier temps légèrement en relief et émoussés, au cours de l'utilisation, des zones d'arasement se forment. Les grains ne présentent pas d'interstices entre eux mais ils restent individualisables, nous pouvons considérer que ceci correspond à des zones d'homogénéisation généralisées (Planche 29, b. et c.). Les plateaux sont discontinus, entrecoupés de petites anfractuosités marquées. Des stries superficielles et groupées sont observées sur les plateaux, elles ont l'aspect d'un film déposé sur la surface, sont associées à un lustre translucide prononcé et indiquent des directions différentes. Dans

anfractuosités, les grains sont émoussés pour le percuteur passif après un certain temps d'utilisation, ils présentent généralement des arêtes vives pour le percuteur actif. Aspérités et anfractuosités sont uniformément réfléchives.

— Le poisson chat, deux heures de broyage :

Après deux heures d'utilisation, on note la formation de plages planes peu étendues et fortement réfléchives. Sur ces plages, les grains sont affectés au début du travail par des arrachements, la plupart sont en relief et émoussés. Après deux heures d'utilisation, des zones de fort arasement dominant (homogénéisation de la surface), certains grains sont en relief et émoussés (Planche 29, e. et f.). Dans les anfractuosités, les grains présentent des arêtes vives. Il y a peu de différence entre la zone bouchardée et non bouchardée, les plateaux sont plus irréguliers sur la seconde. Des "pseudo-stries" sont aussi présentes sur les plateaux, elles indiquent des directions différentes ne correspondant pas au geste effectué. Elles sont aussi associées à un film réfléchif translucide.

### *Analyse comparée dans différentes expérimentations portant sur le broyage du poisson : bilan provisoire*

Des différences importantes ont été constatées. Elles concernent en premier lieu l'état général de la surface. Dans le cas du broyage de la dorade, la surface de travail est entièrement imprégnée de graisse, elle prend une teinte sombre et est fortement réfléchive. Pour le broyage de poisson chat, les zones de forte réfléchivité se limitent aux aspérités arasées. Dans les anfractuosités, les arêtes des grains sont émoussées sur le percuteur passif ayant travaillé de la dorade, un lustre est présent mais les arêtes restent pour le percuteur actif. Les altérations observées lors du broyage du poisson chat ne semblent pas affecter les anfractuosités. Les points communs concernent essentiellement les plages d'usure développées sur les aspérités : celles-ci sont très vites marquées et planes, elles resteront peu étendues. Les grains sont fortement arasés, certains sont légèrement en relief et émoussés, on observe la présence de petites anfractuosités. Des stries longues et groupées, semblables à un film réfléchif translucide déposé sur la surface sont observées sur tous les outils, elles ne correspondent pas au sens du travail effectué.

## **3.3.2. Le broyage de viande séchée**

### **3.3.2.1. Déroulement de l'expérimentation**

De fines tranches de viande maigre de bœuf ont été séchées à l'air libre. Le broyage de la viande a été effectué à différents stades de séchage : après un jour, trois jours puis deux semaines. Le séchage apparaît assez rapide, après une journée passée à l'air libre par un temps sec et chaud, la viande prend une couleur blanche, elle est relativement dure mais se déchire facilement comme du papier cartonné. Elle garde cet aspect après deux semaines de séchage alors que des petits cristaux blancs se développent.

## Planche 29

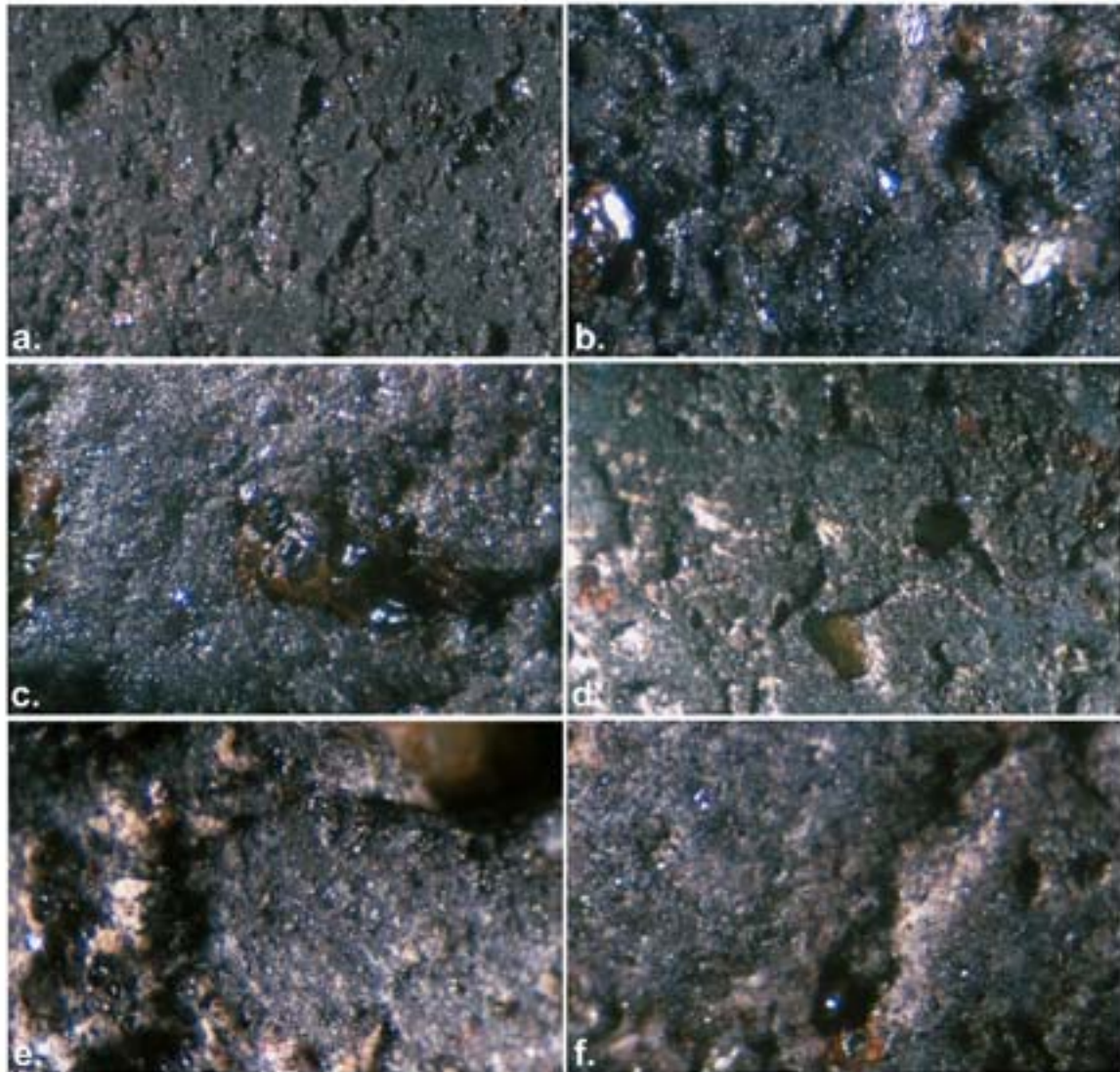


Planche 29, broyage de dorade (cinq heures trente d'utilisation), percuteur actif : a. X3,5 ; b. zone de plateau X20 ; percuteur passif : c. zone de plateau X35 ; Broyage de poisson chat (deux heures d'utilisation), percuteur actif : d. X10 ; e. sur plateau X35 ; percuteur passif : f. X35

## Planche 30

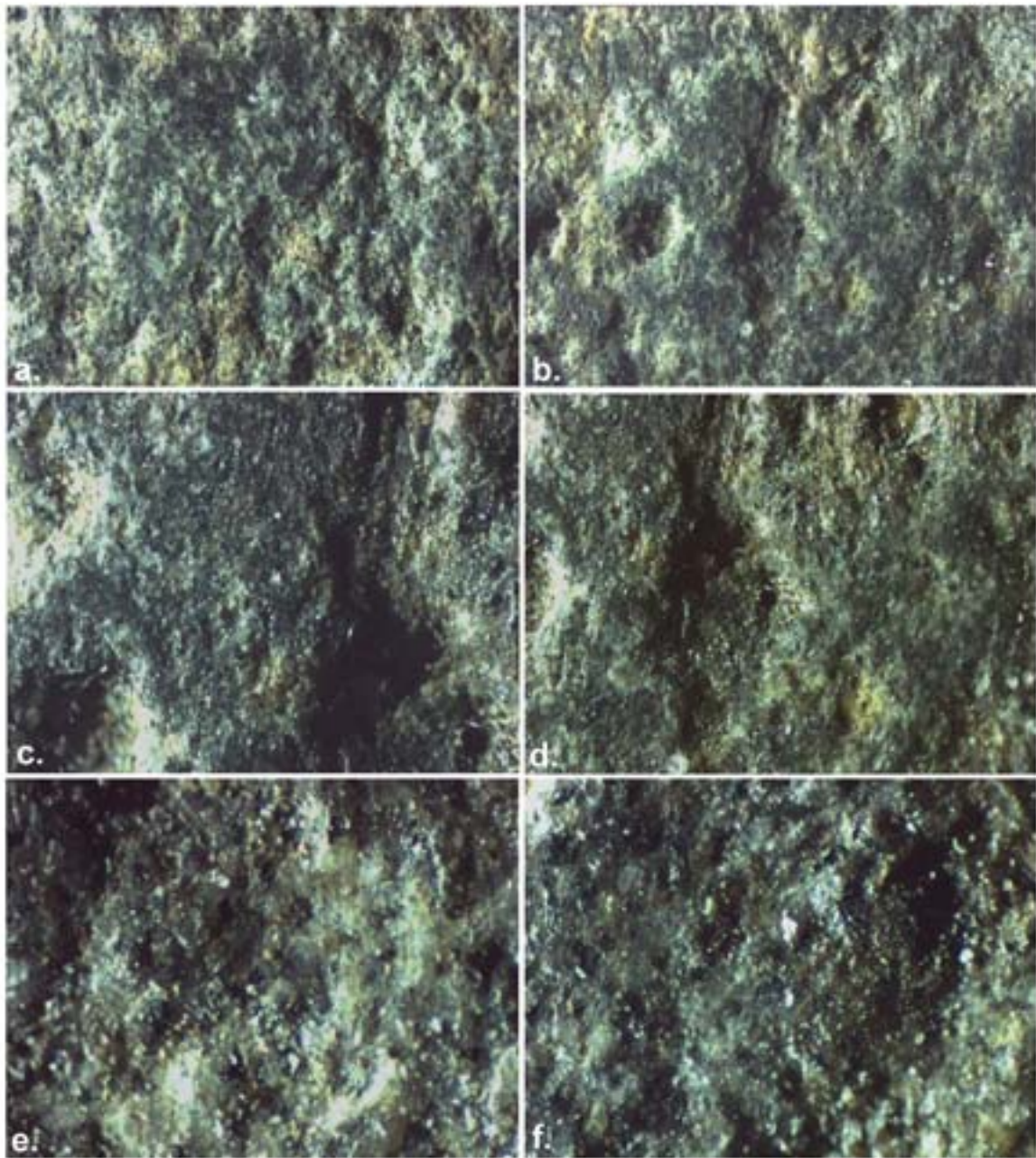


Planche 30, broyage de viande (cinq heures trente d'utilisation), percuteur passif :  
a. X10 ; b. X20 ; c. même zone X30 ; d. même zone X35 ; e. dans anfractuosité  
X40 ; f. sur plateau X40.

### 3.3.2.2. Résultats

#### *Remarques générales*

Un travail direct des morceaux de viande séchée s'avère relativement inefficace et très fatigant. Il est nécessaire de battre au préalable celle-ci afin de la fragmenter, d'écraser et de sectionner les nerfs. Ce travail a été effectué en utilisant une des extrémités du galet actif 7 et un petit bloc passif (passif 10) non transformé. Nous avons décidé de séparer pilage et broyage de la viande afin de pouvoir comparer les traces présentes sur les différents outils. Le pilage des morceaux de viande permet d'obtenir tout d'abord des morceaux moins épais, dont les fibres sont écrasées, puis une première fragmentation. Lors du travail en percussion posée, la matière se décompose d'abord en formant de petites fibres puis une poudre. Des fibres assez longues sont toujours présentes dans cette farine, elles sont difficiles à réduire. La réduction en poudre réclame souvent, malgré le pilage préalable, d'alterner percussion posée et lancée. Ainsi, l'utilisation d'objets de type pilon/broyeur apparaît particulièrement appropriée.

#### *Bilans des états de surface observés à la binoculaire*

##### — Le pilage de la viande

Au total, les opérations de pilage ont été réalisées pendant 1h30 en utilisant toujours la même zone active pour les percuteurs actifs et passifs. L'utilisation ne semble pas entraîner de modification importante de la surface. Macroscopiquement, la zone active est marquée, pour les deux outils, d'une coloration sombre probablement liée à une imprégnation de graisse. Sur le percuteur passif, on note la présence de points d'impacts localisés essentiellement en périphérie de la zone utilisée. A la binoculaire, l'élément le plus diagnostique, outre la coloration sombre, est la présence de résidus piégés dans les anfractuosités présents uniquement sur le percuteur passif. Le micro-relief paraît plus irrégulier mais les différences observées avec la surface naturelle sont trop ténues pour pouvoir être considérées comme diagnostiques.

##### — Le broyage de la viande

Macroscopiquement, l'usure apparaît plus prononcée sur le percuteur actif. Elle est caractérisée par une zone sombre localisée au centre de la surface active, sur le percuteur actif on perçoit, dès les premières trente minutes d'utilisation, le développement de plages planes peu étendues sur les aspérités, elles sont perceptibles après deux heures de travail sur le percuteur passif (Planche 30, a. et b.). A la binoculaire, sur ces plages dominant des altérations de type arasement fort du sommet des grains qui ne présentent plus d'interstices entre eux et restent individualisables (Planche 30, c., d. et f.). Ces plages sont entrecoupées de petites anfractuosités correspondant probablement à des arrachements. Ceci expliquerait la présence sur le percuteur passif de stries profondes et isolées. Ces zones d'abrasion sont par ailleurs associées à un lustre prenant l'aspect d'un film réfléchissant translucide et strié. Les stries sont groupées et superficielles. Il n'y a pas d'altération notable de l'état de surface des

grains dans les anfractuosités, un lustre y est parfois développé mais n'atteint pas les zones les plus en creux.

### **3.4. Petits tests de ravivage**

#### **3.4.1. Déroulement de l'expérimentation**

Différents temps de broyage de blé puis de glands, entrecoupés de séquences de ravivage par bouchardage (boucharde en silex 2), ont été effectués sur un couple d'outil. Il s'agissait de tenter de caractériser les traces de ravivage des surfaces.

#### **3.4.2. Résultats**

##### **3.4.2.1. Commentaires généraux**

L'objectif de l'opération de ravivage est ici d'effacer les traces produites lors de l'expérimentation précédente. Le bouchardage est très intense et ne se limite pas à redonner une rugosité aux surfaces actives. En effet, il était nécessaire ici d'éliminer toute la surface ayant été en contact avec la matière, non seulement les plages en hauteur émoussées ou aplanies, mais aussi les zones en creux. Ce travail de ravivage peut probablement être considéré comme plus intensif qu'un ravivage "classique" dont l'objectif serait de créer une surface rugueuse.

##### **3.4.2.2. Observations à faibles grossissements**

On constate une diminution de la superficie des zones d'arasement des aspérités, l'usure se présente sous la forme de "plateaux résiduels" aux bords abrupts. Par ailleurs, des traces d'impacts sont parfois présentes sur ces zones, une formation postérieure à celle de l'usure est évidente. Par contre, il est difficile d'attester pour certaines plages d'usure si l'on est dans le cas d'un début de formation, plateaux peu étendus ou si ceux-ci sont tronqués par un bouchardage postérieur à leur formation. Ces problèmes de détermination proviennent probablement du fait que les temps de broyage sont ici trop courts et les plages d'usure peu marquées. Le processus de ravivage a permis de mettre en évidence certaines caractéristiques des usures non isolées lors de l'observation des autres outils expérimentaux. Pour le broyage de blé, un léger lustre translucide semble en effet généralisé sur toute la surface active.

## **3.5. Les expérimentations de broyage : discussion des résultats**

### **3.5.1 Axes d'expérimentation à développer**

Outre l'allongement des temps de travail et de la gamme des matières d'œuvre travaillées, plusieurs points nous semblent prioritaires :

- il est nécessaire d'effectuer ces expérimentations avec des outils identiques à ceux retrouvés sur les sites archéologiques afin de valider les hypothèses fonctionnelles proposées (faisabilité et rentabilité du travail), d'estimer les quantités produites et l'efficacité des outils, enfin d'évaluer leur importance au sein des économies.
- développer le travail des mêmes matières d'œuvre selon des modes de préparation divers ou en utilisant différents adjuvants afin de mieux caractériser la variabilité des traces d'usure. Plus généralement, il semble important d'intégrer les opérations de broyage dans des chaînes opératoires complètes de traitement des matières d'œuvre ;
- il est essentiel de développer des utilisations plurifonctionnelles des outils. Les résultats indiquent que certaines usures seront probablement plus dominantes que d'autres. Il est par exemple probable que le travail de minéraux efface les traces d'usure d'une utilisation précédente, il s'agirait de définir dans quelles proportions et à partir de quel temps d'utilisation. Les traces résultant du travail de céréales et de légumineuses seront par contre probablement difficilement reconnaissables dans le cas de fonctionnement plurifonctionnels de l'outil. Plusieurs petits tests pourraient permettre de vérifier ces hypothèses et de rechercher des critères de caractérisation d'utilisations plurifonctionnelles. Il est probable que certaines utilisations n'autorisent pas le broyage de matières diverses sur un même outil. Soit car elles entraînent une forte contamination de l'outil soit parce l'usure est très développée et que la pierre perd rapidement son mordant (nous pensons en particulier aux végétaux oléagineux et matières animales).

### **3.5.2. Comparaison avec d'autres résultats expérimentaux**

Ce sont essentiellement les recherches de Adams (1988, 1989), Procopiou (1998) et Hamon (2000) qui peuvent servir de point de comparaison. La plupart de ces expérimentations portent sur des outils en grès.

— Les résultats expérimentaux de Adams ont été donnés dans un tableau présenté dans la partie précédente p.148. Pour les outils de type meule/molette, ils peuvent être résumés comme suit : les expérimentations montrent que les surfaces sont altérées au niveau macroscopique par le nivellement des zones les plus en hauteur et à un niveau microscopique par le nivellement des aspérités et des interstices. En ce qui concerne la distinction des matières travaillées pour des outils fonctionnant en couple, la caractéristique la plus pertinente pour décrire les différences observées semble être le type d'altération des grains et

l'amplitude de son développement (sommet / pourtour / affectant aussi les interstices). Lorsque deux surfaces de dureté identique entrent en contact, des usures abrasives et de type "surface fatigue" se développent. La substance intermédiaire interfère dans ce processus en donnant plus d'abrasif ou une lubrification, mais elles entraînent aussi le développement de traces par adhésion et tribochimiques. Les traces tribochimiques sont parmi celles qui se développent le plus rapidement, l'énergie de friction permet d'augmenter des réactions chimiques. Sans préjuger des mécanismes tribologiques auxquels se réfère l'auteur, les conclusions présentées semblent correspondre aux résultats obtenus lors de nos expérimentations. En particulier, l'utilisation entraîne une structuration de la surface entre plages d'arasement sur les aspérités opposées aux anfractuosités, les types d'altérations affectant les grains nous semble varier en fonction des matières travaillées. Si l'on compare les types de traces décrites par l'auteur données dans le tableau (p.148), on remarque que les altérations de type micro-fractures et arrachements sont nettement plus fréquentes que sur notre matériel. Notamment, le broyage de graines de tournesol ne semble pas générer la formation d'émoussés de grains comme ceci est généralement le cas dans notre référentiel lorsque l'on travaille des matières contenant de la graisse. L'auteur observe néanmoins le développement d'un lustre et constate, en général, une probable importance de la teneur en graisse des matières d'œuvre dans la formation des usures, ce qui rejoint les conclusions de nos propres expérimentations. Les différences observées pourraient être liées aux propriétés des roches utilisées, le grès employé étant probablement moins compact que nos basaltes et induisant des arrachements et micro-fractures de grains plus fréquents.

— les données de Hammon : pour la mouture du blé, réalisée avec plusieurs couples d'outils en grès, l'auteur note une variabilité des états de surface selon les outils, elle observe par ailleurs, le développement de zones sur lesquelles les grains ne sont plus individualisables (p.42-43). De telles zones sont aussi observées dans notre référentiel, elles restent peu étendues. Pour, le travail de matières "dures" (silex et os brûlés, ocre), les résultats sont détaillés pour le travail de l'ocre (p.44). L'auteur constate la présence de grains arrondis, la surface des grains revêt un aspect bosselé. Le micro-relief est dit bien accentué et des stries transversales à obliques sont présentes. Dans notre référentiel expérimental, les traces de micro-fractures et d'arrachement dominant.

— les données de H. Procopiou : l'expérimentation de mouture de céréales réalisée sur différents couples d'outil en roches diverses met en évidence la variabilité des traces d'utilisation en fonction des roches. Dans le cas du basalte, la comparaison de deux molettes expérimentales conclue à un lissage plus ou moins important des surfaces lié aux variations texturales de celles-ci.



## 4. Expérimentations IV : fonctionnement isolé

Des fonctionnements en percussion posée diffuse avec outil unique sont testés dans cette dernière série d'expérimentations. La plupart des outils ont été utilisés comme percuteur dormant, la matière d'œuvre étant abrasée selon un mouvement de va-et-vient sur l'outil. Seul le travail de la peau a été réalisé avec un outil actif. Tous les percuteurs ont fait l'objet d'une mise en forme partielle des zones actives afin de comparer les processus de formation des traces sur zone bouchardée et non bouchardée. Comme pour la partie précédente, nous suivrons un plan de présentation par grandes catégories de matière travaillée.

### 4.1 *Matières minérales*

#### 4.1.1. L'ocre, abrasion d'un bloc induré pour produire de la poudre

##### 4.1.1.1. Déroulement

Un bloc d'ocre induré provenant du Mont Carmel a été abrasé sur un percuteur passif en basalte, nous avons cherché à obtenir de la poudre. Nous avons utilisé un des bords du percuteur passif 7.

##### 4.1.1.2. Résultats

###### *Remarques générales*

L'abrasion d'un bloc d'ocre induré pour obtenir de la poudre apparaît assez inefficace aussi avons nous décidé d'arrêter l'expérimentation après une heure de travail. Nous n'avons produit en effet qu'une faible quantité de poudre d'une couleur grise-orangée indiquant probablement la présence d'une forte proportion de basalte à l'intérieur. Le bloc d'ocre est probablement d'une dureté identique voire supérieure à celle du basalte et l'abrasion de ce dernier est très forte en particulier sur la zone néo-corticale qui a été très vite enlevée.

###### *Bilan des observations effectuées à la binoculaire*

Macroscopiquement la surface est fortement régularisée, les traces du bouchardage sont encore perceptibles après une heure de travail (Planche 31, a.), la plupart de la couche néo-corticale a été enlevée sur la zone non bouchardée. Après une demi-heure de travail, des plages d'homogénéisation orangée longues et fines semblables à des stries sont observées sur la zone non bouchardée (Planche 31, b. et c.). Elles sont moins abondantes et moins développées sur la surface bouchardée (Planche 31, d. à f.). Quelques grains y apparaissent légèrement en relief et émoussés mais ils sont généralement fortement arasés, l'état de surface y est lisse et strié. Ces plages se développent sur les aspérités du micro-relief, le reste de la surface est généralement affecté par des micro-fractures et arrachements de

grains. Après une heure de travail, les zones d'homogénéisation sont beaucoup moins nombreuses et peu étendues. Ceci pourrait indiquer un renouvellement continu de la surface au cours du travail et une usure importante par micro-fractures et arrachements.

## 4.1.2. Les coquillages

### 4.1.2.1. Déroulement

Différents bivalves méditerranéens (Glyciméris, Chamelae) ont été abrasés sur un perceur dormant. Il faut noter que les espèces travaillées ne correspondent probablement pas à celles utilisées par les Natoufiens mais documentent des tests plus ou moins épais. Nous n'avons pas tenté de réaliser des rondelles mais travaillé à l'abrasion des surfaces, au perçage et à la régularisation de bords de fracture. Ces opérations ont été réalisées sur un des bords du perceur passif 7.

### 4.1.2.2. Résultats

#### *Remarques générales*

Le travail nous a semblé assez laborieux puisqu'il faut en moyenne trois quarts d'heure pour arriver à percer l'apex d'un coquillage, parfois plus (Planche 32, a. à d.). Après une heure de travail, la surface du test de Glyciméris abrasée apparaît fortement régularisée, cependant les côtes ne sont pas très proéminentes sur ce coquillage et la surface garde toujours par endroit la coloration originelle de la coquille (Planche 32, e. et f.). L'utilisation de la technique de l'abrasion sur meule, à la main, pour la mise en forme des bords du test nous a semblé difficile à mettre en œuvre, pouvant entraîner beaucoup de casse en particulier si la coquille est fragile. En revanche, la régularisation de bord de fracture est assez rapide. Le travail d'abrasion génère une importante de chaleur ce qui peut éventuellement gêner la préhension. Dans le cas d'un travail à la main, l'utilisation d'une pièce de cuir ou de bâton poussoir nous semble préférable. Le travail entraîne par ailleurs une production importante de poussière de roche, il apparaît très abrasif.

#### *Bilan des observations effectuées à la binoculaire*

Macroscopiquement la surface a un aspect très lisse, la morphologie en section longitudinale est gondolée (Planche 33, a.), après 3h30 de travail des plages réfléchives formant des stries sont observables (Planche 33, b. et c.). La régularisation de la surface semble résulter principalement d'une usure par micro-fractures et arrachements de grains. Ces altérations ont une forte amplitude mais n'affectent pas les parties les plus en creux de la surface. Par ailleurs, on observe la formation de zones d'homogénéisation de deux types : - de petites plaques allongées striées opaques et réfléchives - des concentrations de ces plaques formant des petits dômes sur lesquels les zones d'homogénéisations sont étagées et les plus en hauteur réfléchives. Ces formations dominant puis semblent s'effacer pour se redévelopper ensuite aux différents temps d'expérimentation. Ceci pourrait indiquer un renouvellement constant de la surface active en cours de l'utilisation. Ces formations sont nettement plus

## Planche 31

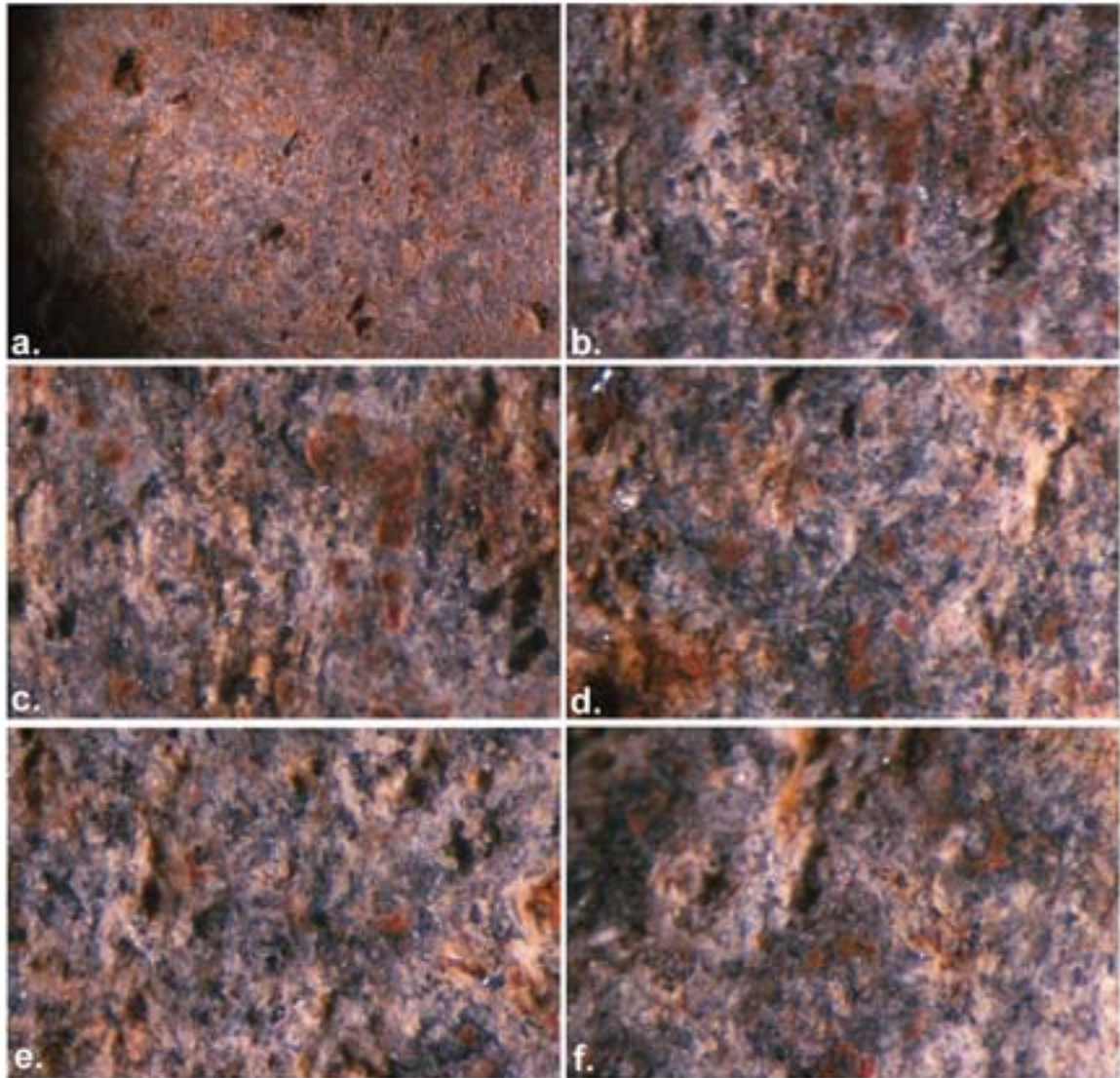


Planche 31, abrasion d'ocre : a. surface piquetée X6 ; b. et c. surface non piquetée X35 ; d., e. et f. surface piquetée X35.

## Planche 32

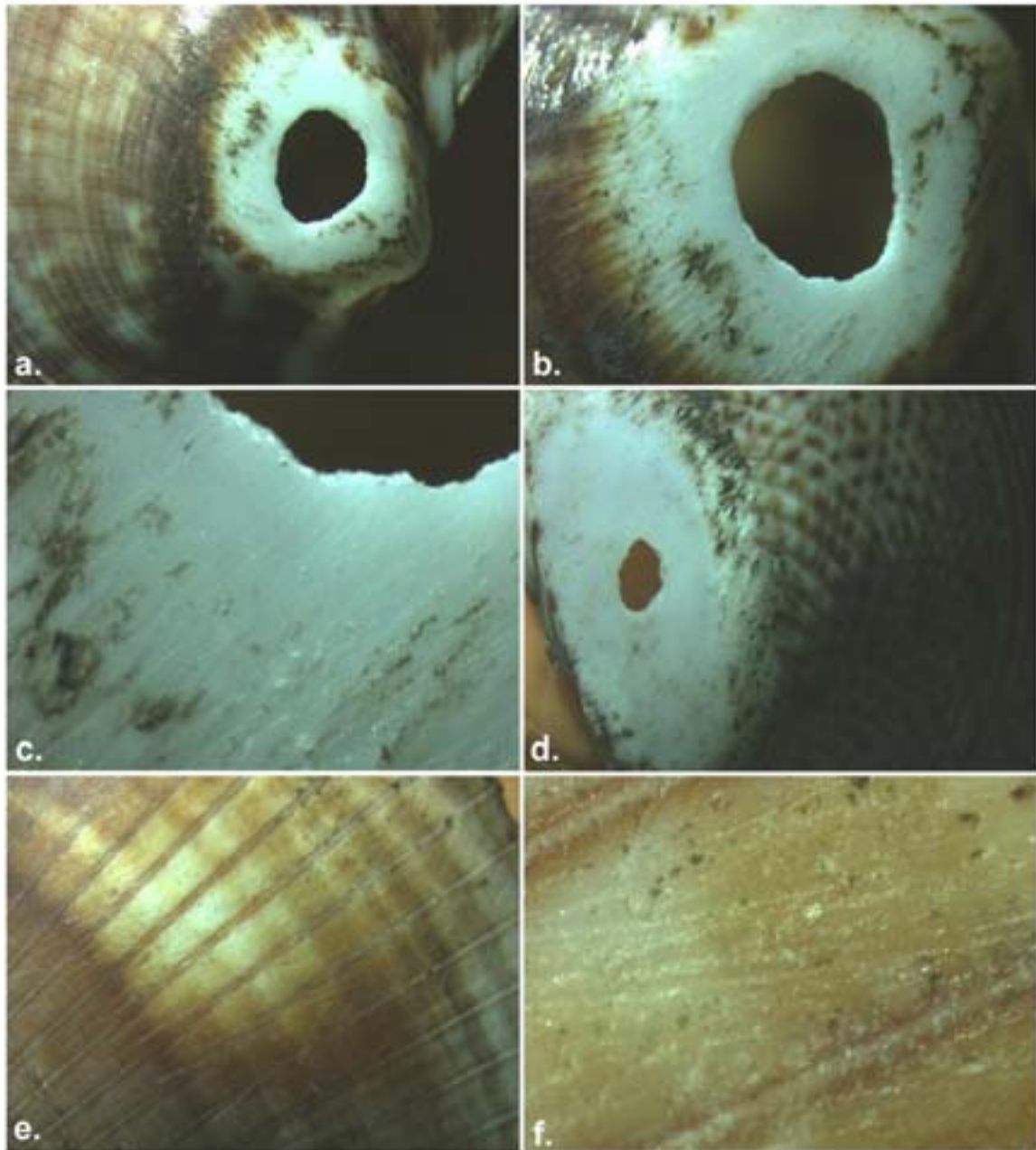


Planche 32, abrasion de coquillages, perforation par abrasion d'un glyciméris a. X10 ; b. X20 ; c. X40 ; perforation d'un Chaméléa d. X15 ; abrasion d'un test de glyciméris e. X10 ; f. X40.

abondantes sur la zone bouchardée, sur la partie utilisée brute, l'usure se forme principalement par enlèvement de la partie néo-corticale (Planche 33, d.à f.).

## **4.2. Matière végétale**

### **4.2.1. Le bois**

#### 4.2.1.1. Déroulement

Des branches de chêne ont été abrasées après avoir été écorcées sur un perceur passif (passif 4). Nous avons cherché à régulariser des surfaces et à mettre en forme des pointes. Les branches ont été travaillées selon des directions parallèles ou perpendiculaires au fil du bois et plus rarement selon un mouvement de rotation.

#### 4.2.1.2. Résultats

##### *Remarques générales*

Le travail du fût de bois après écorçage paraît relativement inefficace, la matière semble patiner sur la surface de la pierre et ne se détache que difficilement. En revanche, l'abrasion d'une zone de fracture permettant d'accéder à l'intérieur de la matière est plus satisfaisante, il est possible de réaliser une pointe régulière assez rapidement. Les résidus du travail, poudre et poussière, sont peu abondants mais se déposent sur la surface et en comblent les anfractuosités.

##### *Bilan des observations effectuées à la binoculaire*

Macroscopiquement, la surface semble généralement émoussée. Il n'y a pas de formation de plages d'abrasion ou de plateaux. A faibles grossissements, de petites zones d'usure bombées sont perceptibles, leur répartition est de forte amplitude, elles se développent entre autres dans des parties concaves ou légèrement en creux de la surface. Sur ces zones d'usure, on note la présence de différents types d'altération. Certains grains présentent des arêtes vives et pourraient témoigner d'altérations de type micro-fractures, ils sont peu nombreux. De petites zones sombres sont caractérisées par une forte abrasion du sommet des grains qui ne présentent plus d'interstices entre eux mais restent individualisables. Enfin, certains grains sont en relief et émoussés. Ces plages bombées présentent un lustre réfléchissant pareil à un film translucide déposé sur la surface.

## **4.3. Matières animales**

### **4.3.1. Le travail de l'os**

#### **4.3.1.1. Déroulement**

Le travail de l'os a été effectué sur os sec (de bovidés pendant 3 heures) et frais (os d'oiseau et métapode de chevreuil durant 1 heure). Nous avons utilisé deux zones différentes d'un même percuteur passif. Pour le travail sur os sec, nous n'avons pas cherché à reproduire des outils ou éléments de parure natoufiens mais plutôt à mettre en forme des pointes et travaillé à l'abrasion de surface. Pour le métapode de chevreuil, nous avons tenté de confectionner un outil pointu à poignée entière intégrée : l'épiphyse proximale a été fragmentée en percussion lancée, la zone a ensuite été abrasée pour former une pointe et régulariser la surface de fracture. La poulie articulaire est conservée pour servir de poignée. Dans chacune de ces expérimentations, l'os est travaillé selon des directions parallèles ou perpendiculaires à son axe d'allongement, et plus rarement selon un mouvement de rotation.

#### **4.3.1.2. Résultats**

##### *Remarques générales*

Lors du travail sur os sec, une poudre fine est produite en abondance. Contrairement aux observations de Campana (1989, p.31), elle ne se dépose pas sur toute la surface et ne semble pas constituer un dépôt épais réduisant le mordant de la pierre. Cette poudre paraît moins abondante lors du travail sur os frais. La réalisation d'une pointe sur métapode de chevreuil a réclamé un peu moins d'une demi-heure de travail. Pour plusieurs raisons, les résultats ne sont pas très satisfaisants : la fracturation de l'épiphyse a initié une faille courant le long du corps de l'os et le fragilisant. La surface de fracture est irrégulière et il est difficile d'obtenir par simple abrasion une pointe symétrique dans l'axe du corps à bords parallèles.

##### *Bilan des observations effectuées à la binoculaire*

— os sec : macroscopiquement l'usure est peu marquée, elle donne l'impression d'un émoussé général de la surface (Planche 34, d.). Des plages d'abrasion se développent sur les aspérités, elles ont une morphologie allongée et sont plus étendues dans la partie non bouchardée. Après 30 mn d'utilisation, les arrachements et micro-fractures dominent sur ces plages, certains grains présentent un lustre de type verni translucide et sont émoussés. Après trois heures de travail, on observe nettement sur ces plages, où dominent arrachements et micro-fractures de grains, des zones d'homogénéisation, lisses et de couleur sombre, où les grains ne sont plus individualisables (Planche 34, f.). Elles présentent des stries profondes, longues et groupées. L'usure présente une certaine amplitude et ne se développe pas uniquement sur les parties les plus hautes du micro-relief. Bien que lissées et

## Planche 33

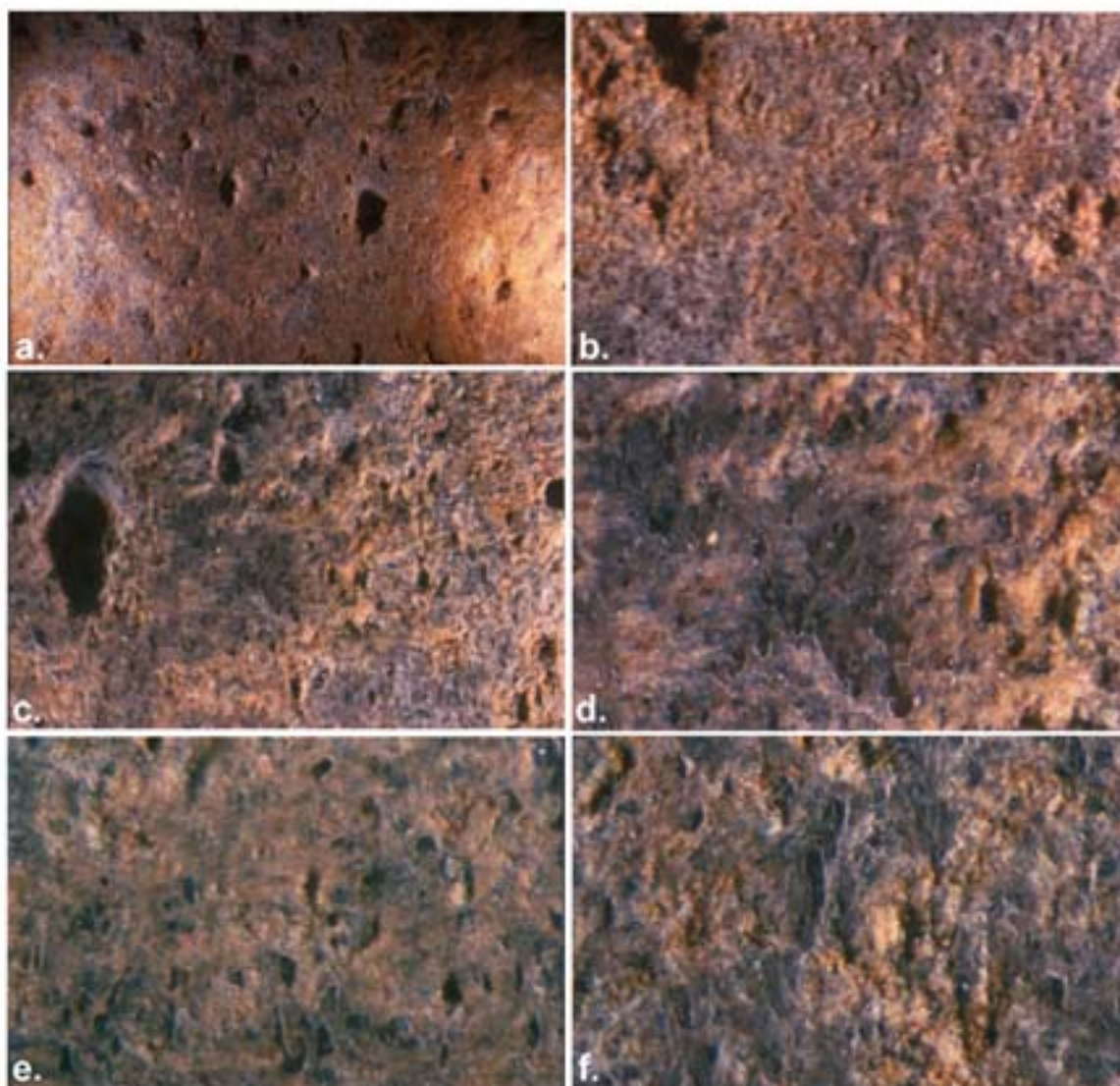


Planche 33, abrasion de coquillages (trois heures trente d'utilisation) : a. zone bouchardée X6 ; b. zone non bouchardée X15 ; c. zone bouchardée X15 ; d. X35 ; e. et f. zone non bouchardée X35.

## Planche 34

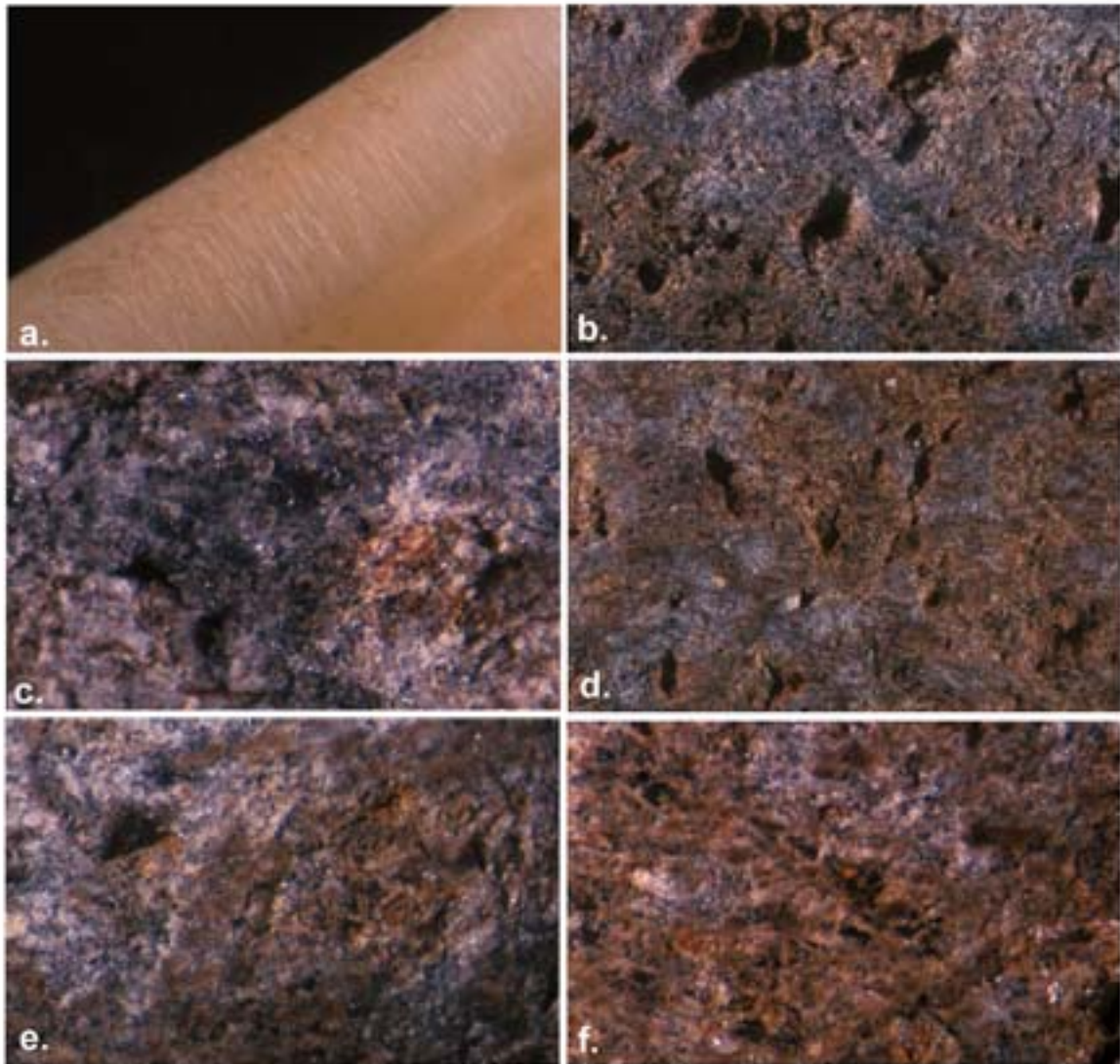


Planche 34, travail de l'os, a. os d'oiseau détail d'une zone abrasée selon un mouvement de va et vient ; travail d'os frais (une heure) : b. X20 ; c. sur zone bouchardée X35 ; Travail sur os sec (trois heures) : d. X10 ; e. sur zone bouchardée X35 ; f. sur zone non bouchardée X35



régularisées, les zones d'homogénéisation ne sont pas totalement planes mais gondolées et irrégulières.

— os frais : les observations sont identiques à celles effectuées pour l'os sec (Planche 34, b et c). Dans la partie bouchardée, les zones sombres et lustrées sont moins développées que sur la surface naturelle, les grains y restent en relief et émoussés.

#### *Analyse comparée des différentes expérimentations portant sur le travail de l'os*

Nous n'observons pas de différences nettes entre l'os travaillé sec ou frais. Le traitement préalable de la surface semble conditionner dans les deux cas la dimension des zones d'usure ainsi que le développement sur celles-ci et l'étendue des zones d'homogénéisation. Dans le cas du travail sur os frais, dans la partie bouchardée, on ne constate pas réellement la formation de zones d'homogénéisation, les grains restant individualisables, légèrement en relief et émoussés. Il pourrait s'agir d'un stade dans la formation de ces altérations, qui est par ailleurs observé lors de l'abrasion de l'os sec.

### **4.3.2. Le nettoyage de la peau**

#### **4.3.2.1. Déroulement**

Une portion de peau de chevreuil a été prélevée sur un animal congelé (après une décongélation partielle). La peau a été nettoyée par raclage avec d'un grattoir en silex. Elle a ensuite été imprégnée d'ocre et de cendre et laissée séchée pendant quatre jours. Des premiers nettoyages ont été effectués pendant ce temps de séchage : le mélange de cendre et d'ocre imprégné d'eau et de graisse a été évacué à l'aide d'outils en silex et remplacé régulièrement. Après ce traitement, la peau séchée est très rigide. Une première opération de nettoyage avec molette a été effectuée, après avoir enlevé le mélange d'ocre et de cendre, sans ajout d'eau ou de graisse en utilisant un galet de basalte en percussion posée pendant trois heures. Une seconde expérimentation a consisté à reproduire cette procédure de nettoyage en y ajoutant de l'eau : le galet est régulièrement mouillé (trempé dans un seau d'eau) puis appliqué sur la surface.

#### **4.3.2.2. Résultats**

##### *Remarques générales*

— nettoyage sans eau : dans un premier temps, le travail en percussion posée entraîne le détachement de matière correspondant probablement à un reste de membrane subcutannée non éliminé lors du nettoyage au silex. La peau devient plus souple mais reste relativement rigide. Le cuir, tout comme l'outil, devient fortement réfléchif. Les restes de charbon et d'ocre adhérant à la surface s'imprègnent sur le cuir et le teintent.

— nettoyage avec eau : le travail en percussion posée en humidifiant la surface du galet détache de la peau une substance visqueuse grise. Elle a tendance à adhérer fortement à la surface de l'outil, cependant lors d'un trempage du galet dans l'eau elle s'est décollée dans

son ensemble comme s'il s'agissait d'une membrane. Manifestement, la peau est nettoyée de quelque substance qui y adhérerait encore. Le reste d'ocre et de cendre qui avait imprégné le cuir est presque totalement enlevé après 30 mn de travail.

### *Bilan des observations effectuées à la binoculaire*

— nettoyage sans eau :

L'usure se caractérise, dès le début du travail, par la formation de zones sombres sur les aspérités généralement de petites dimensions mais plus étendues sur la partie non bouchardée (Planche 35, a. et c.). Toujours sur cette partie, elles évoluent d'un arasement fort des grains, ceux-ci ne présentant plus d'interstices mais restant toujours individualisables, à la formation de zones d'homogénéisation noires opaques et fortement réfléchives (Planche 35, e. et f.). Le développement de ces zones d'homogénéisation reste beaucoup plus limité sur la partie bouchardée où le premier type d'état de surface domine. Généralement, ces zones sont réfléchives, présentent des stries en creux peu profondes et groupées. Elles sont par ailleurs discontinues, entrecoupées par de petites aires d'arrachements de grains et de micro-fractures. Elles sont aussi entourées d'un liseré où dominant des altérations de type micro-fracture et arrachement de grains. Ces altérations expliquent probablement la présence, peu fréquente, de grandes éraflures isolées clairement formées par des enlèvements de matière (forme de comette). Un type d'usure très spécifique observé à 1 heure d'utilisation ne l'est plus après 3 heures : il s'agit de plages allongées, fortement en relief par rapport au reste de la surface, noires et opaques, sur lesquelles se devinent aux plus forts grossissements des grains légèrement en relief et émoussés (Planche 35, b.).

— nettoyage avec eau : l'usure reste très peu marquée macroscopiquement après trois heures d'utilisation, de petites plages noires sont perceptibles (Planche 36, a. et b., l'usure est marquée ici au niveau d'une zone de fracture proéminente sur la surface). A la binoculaire, on observe au début de l'expérimentation, sur la zone non bouchardée, des altérations de type micro-fractures et le développement d'un léger lustre sombre. Les parties bouchardée et non bouchardée présentent des petites zones sur lesquelles les grains sont émoussés et affectés aussi par le lustre. Après trois heures d'utilisation, sur la zone non bouchardée, on observe le développement de plaques nivelées sur les aspérités, les grains sont en relief et recouverts d'un lustre métallique sombre, la plupart d'entre eux est détouré, présente des arêtes vives (Planche 36, c). L'abrasion des sommets des grains est parfois forte, formant de petits dômes sur les aspérités voire un début d'homogénéisation. Sur la zone bouchardée, les petits pics résultant du bouchardage prennent une teinte noire réfléchive, les grains y sont en général émoussés et l'on note aussi un début d'homogénéisation. Sur les aspérités en général, la plupart des grains sont détourés, présentent des arêtes vives et un lustre translucide métallique (Planche 36, d. à f.).

## Planche 35

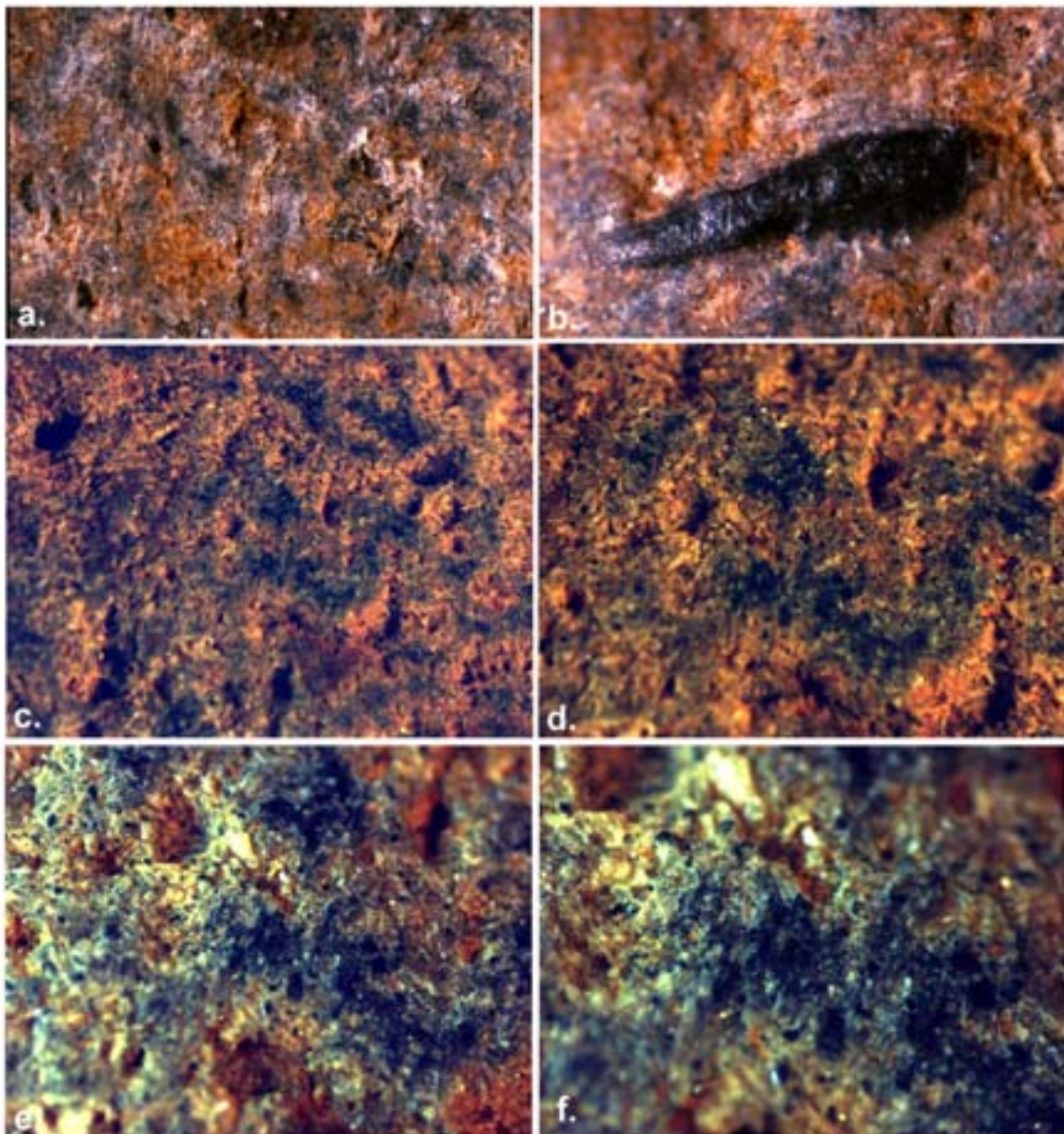


Planche 35, travail de la peau, deux heures d'utilisation : a. x10 ; b. x35 ; trois heures d'utilisation : c x 6 ; d. x 10 ; e. x 40 ; f. x 40.

## Planche 36

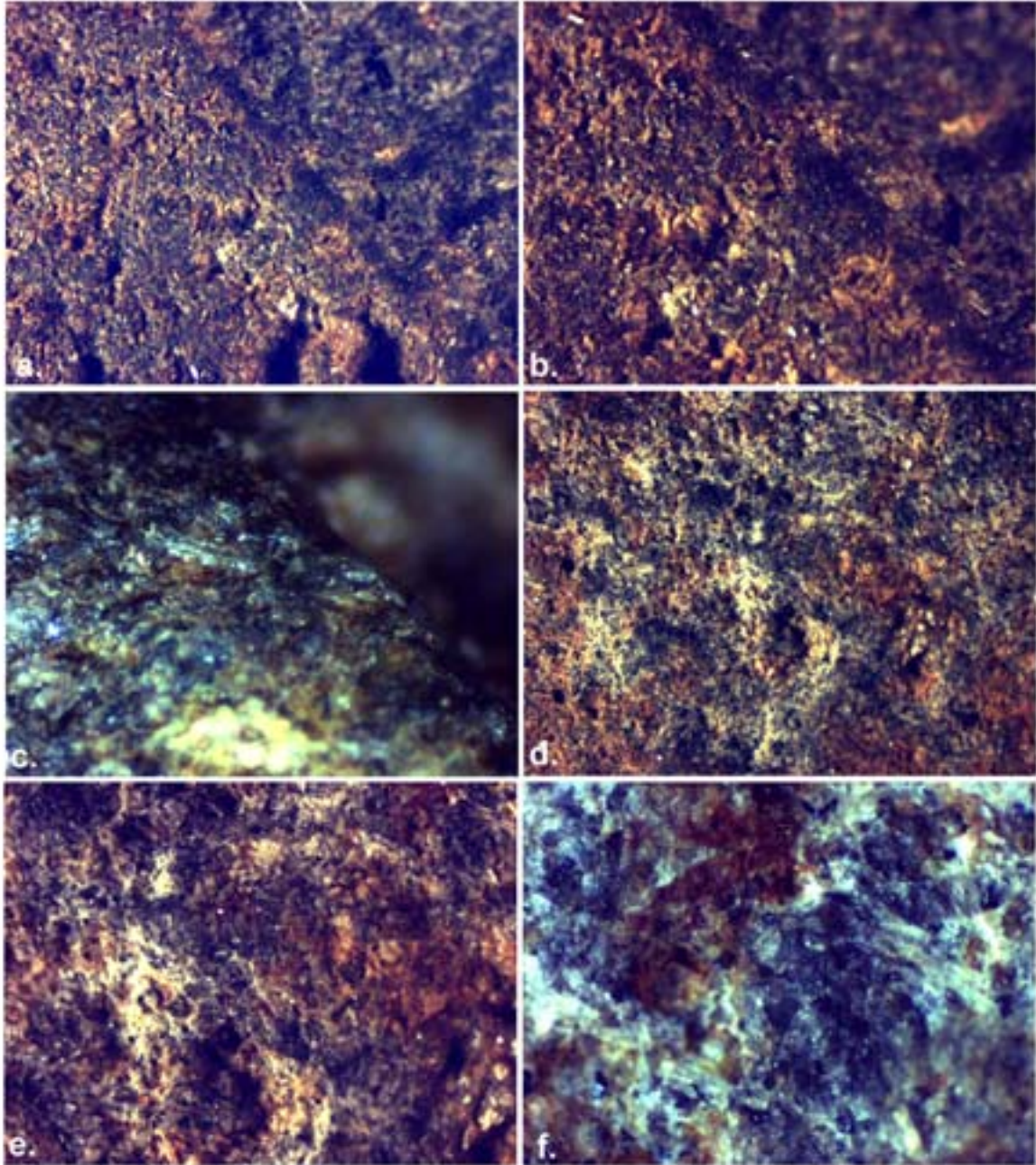


Planche 36, travail de la peau avec eau, surface non bouchardée : a. X6 ; b. X20 ; c. X40 ; surface bouchardée : d. X6 ; e. X20 ; f. X40.

### *Analyse comparée des différentes expérimentations portant sur le travail de la peau*

Nous constatons donc d'importantes différences selon que l'on travaille la peau avec ou sans eau. Ces différences relèvent principalement de l'intensité du développement des usures, les traces apparaissent beaucoup moins développées lors d'un nettoyage avec de l'eau. Dans ce cas, nous n'observons pas la formation de zones d'homogénéisation mais un possible début de formation.

## **4.4. Les fonctionnements isolés : discussion des résultats**

### **4.4.1. Axes d'expérimentation à développer**

Les principaux axes d'expérimentation qu'il nous semble essentiel de développer rejoignent ceux présentés pour l'expérimentation III : allongement des temps d'expérimentation, diversification de la gamme des matières travaillées, faire varier les traitements préalables et les adjuvants associés, tester des utilisations plurifonctionnelles.

### **4.4.2. Comparaison avec d'autres résultats expérimentaux**

Nous nous référons aux travaux de Adams (1988, 1989) et de Hamon (2000).

— résultats de Adams (*op. cit.*) : les expérimentations portent sur le travail de l'os, du bois, de coquillages et de la peau. Les principales conclusions peuvent être résumées comme suit : comparé aux situations de contact pierre contre pierre induites lors de fonctionnement en couple, le contact de la pierre contre un matériau plus dur entraîne des usures par arrachements et micro-fractures essentiellement lorsque des grains de la roche se détachent de la matrice. Les surfaces sont ainsi caractérisées par la présence de petites anfractuosités résultant de ces arrachements. L'usure a une distribution de plus forte amplitude sur les grains et sur la surface en général, elle n'entraîne pas un nivellement des parties hautes du micro-relief. Ceci rejoint en partie nos conclusions, bien que nous ayons observé la formation de petites anfractuosités probablement liées à des arrachements de grain aussi dans le cas d'outils fonctionnant en couple. Si l'on compare les types de traces obtenus pour chacune des matières travaillées, on ne retrouve pas dans le référentiel de Adams le développement de plages d'homogénéisation comme nous avons pu l'observer. Il est possible que cette absence soit liée à un "renouvellement de la surface" au cours de l'utilisation plus fréquent sur les outils en grès. Par ailleurs, des différences entre les deux référentiels sont aussi constatées dans le développement des lustres apparemment moins courants sur les outils en grès. Notons que certains des lustres observés sur nos outils en basalte sont associés aux zones d'homogénéisation.

— résultats de C. Hamon (2000) : le travail de la peau a été réalisé sur quatre outils différents sur peau sèche en utilisant différents adjuvants ou seulement de l'eau. L'auteur constate que les grains restent bien individualisables, un émoussé des arêtes est observé dans un cas. Les altérations de type micro-fractures et arrachements dominant. Pour les objets ayant travaillé avec de la graisse et de l'eau, la formation d'une pellicule opaque fortement réfléchive est mentionnée. Nous observons aussi dans notre référentiel une usure par arrachements et micro-fractures mais celle-ci ne peut être considérée comme caractéristique du travail de la peau. En ce qui concerne le travail des matières dures animales (os travaillé frais, bouilli et séché et bois de cerf, séchés et retrempés), l'auteur note (*op. cit.*, p.49) que les usures sont peu marquées particulièrement pour le travail du bois animal. Les grains présentent un aspect "bosselé". Le développement de plaque d'un dépôt épais est observé lors du travail du bois animal. Ici encore, les états de surface semblent différents de ceux obtenus lors de l'utilisation d'outils en basalte.

# **Chapitre III : Bilan des observations à faibles grossissements, quels apports pour une approche fonctionnelle ?**

## **1. Synthèse des résultats expérimentaux**

Une synthèse des observations effectuées sur le matériel expérimental au niveau macroscopique et à faibles grossissements est présentée ici et récapitulée dans les tableaux qui suivent. Ils résument les caractéristiques des états de surface selon les types de matière d'œuvre et les modes de transformation testés.

En premier lieu, l'étude atteste d'une modification des caractéristiques du microrelief des zones actives des outils consécutive à leur utilisation. Les différentes descriptions ont pu laisser entrevoir une variabilité de ces traces. Il convient maintenant de s'interroger sur cette variabilité, de déterminer si elle présente une cohérence en fonction des matières d'œuvre et des modes de fonctionnement des outils.

Les protocoles expérimentaux adoptés permettent de documenter plusieurs points parmi les différents facteurs entrant en jeu dans la formation des usures :

1. variation de fonctionnement : le référentiel expérimental documente des opérations de broyage ainsi que l'utilisation d'outil seul pour abraser différents matériaux. L'ocre constitue l'unique matière à avoir été travaillée selon les deux procédés. Néanmoins, à travers une comparaison de l'ensemble des expérimentations réalisées, nous chercherons à déterminer si certaines caractéristiques des usures peuvent permettre de différencier les deux modes de fonctionnement testés.
2. le rôle de la matière travaillée dans la formation des traces d'usage : pour chaque mode de fonctionnement, nous avons testé le travail de différentes matières d'œuvre au sein des catégories générales des matières minérales, végétales et animales. Une analyse comparée des états de surface permettra d'établir si des variations significatives sont observées en fonction des matières d'œuvre.
3. le rôle de la matière première de l'outil : le protocole de l'expérimentation d'égrisage (expérimentations II) a été constitué de façon à évaluer l'incidence des variations des types de basalte dans la formation des usures. Plusieurs autres expérimentations ont été effectuées afin de tester l'utilisation de matières premières diverses. Ce corpus nous permettra de nous interroger sur l'incidence des propriétés des basaltes testés sur la morphologie des traces d'usage.

4. les temps d'utilisation : ils sont envisagés ici uniquement dans une perspective tracéologique, celle de l'évolution des caractéristiques des traces d'usage en fonction du temps d'utilisation de l'outil.
5. les variations des traces d'usure en fonction des traitements des surfaces : dans plusieurs expérimentations, mais non systématiquement, les surfaces actives ont fait l'objet de traitement préalable variable (bouchardage, bouchardage et abrasion, partie de la surface laissée brute). Ce corpus nous permettra de réfléchir sur l'incidence des modes de mise en forme dans la formation des usures.
6. variation de geste : dans ce domaine aussi, les expérimentations ayant fait varier uniquement le paramètre "geste d'utilisation" sont peu nombreuses. Néanmoins, certaines apporteront des éléments pour discuter de l'incidence du geste sur la formation des usures. Nous nous intéresserons en particulier au problème des stries en tant qu'indicateurs de la direction du geste de travail.

Le second point est celui qui a été le plus exploré ici et nous le développerons plus particulièrement. Les deux derniers ne peuvent être abordés qu'à travers plusieurs petits tests effectués, qui, bien que limités, apportent quelques données intéressantes dans la perspective de futures expérimentations.



<b>Actions techniques</b>	<b>Etat général macroscopique</b>	<b>Observation binoculaire</b>	<b>Etat réfléchif et présence de stries</b>
Pierre contre pierre, sur surface naturelle (1h)	régularisation, nivellement de la surface, impression d'éroussé général	<i>Aspérité</i> : "crans" avec grains légèrement en relief et éroussés, autour arrachements et micro-fractures. <i>Anfractuosités</i> : relief naturel	Stries visibles macroscopiquement moins évidentes à la binoculaire
Broyage ocre (3h30)	Creusement rapide de la surface, forte régularisation, pas d'opposition aspérités/anfractuosités, aspect granuleux	La majorité des grains présente des arêtes vives, quelques zones peu étendues ou l'on note un fort arasement des sommets des grains qui ne présentent pas d'interstices entre eux, zones d'homogénéisation de type "cran"	non réfléchif, stries de types sillon profond perceptibles macroscopiquement, à la binoculaire on note des stries groupées semblent se former sur une matière adhérent à la surface ("crans")
Broyage de blé nu (5h30)	Plages bombées qui ont tendance à s'aplanir, forte opposition aspérités / anfractuosités	<i>Aspérité</i> : micro-fractures, abrasion forte des sommets, grains éroussés et zones d'homogénéisation présentant de fines stries. <i>Anfractuosités</i> : traces de piquetage.	Surface légèrement réfléchive, lustre probablement développé aussi dans les anfractuosités, petites stries groupées superficielles associées aux zones d'homogénéisation.
Décortilage et broyage d'orge sauvage	Plages plus ou moins planes et étendues en fonction du traitement de surface préalable	<i>Aspérités</i> : relief irrégulier, fort arasement des sommets, certains grains sont en relief et éroussés, traces de micro-fractures, possibles zones d'homogénéisation. <i>Anfractuosités</i> : traces de bouchardage.	Lustre prononcé de distribution variable sur la surface, stries groupées superficielles sur les plages d'abrasion. Lustre et stries plus développés dans le cas d'un broyage avec de l'eau.
Broyage de gland (sans séchage, 5h30)	Plages d'usure planes peu étendues	<i>Aspérités</i> : micro-relief irrégulier, grains en relief et éroussés, certains présentent un fort arasement des sommets, petites plages d'homogénéisation (les grains y sont toujours individualisables mais ne présentent pas d'interstices). <i>Anfractuosités</i> : éroussés et lustre n'affectant pas les zones les plus en creux	Lustre prononcé, problèmes de reconnaissance des stries liés à la matière première.
Broyage de glands après séchage (5h30 et 2h)	Plages d'usure bombées à planes peu étendues	<i>Aspérités</i> : micro-fractures et grains éroussés en début d'utilisation, puis formation des plages plus planes, présence d'arasement fort des sommets et de zones d'homogénéisation. <i>Anfractuosités</i> : éroussés et lustre n'affectant pas les zones les plus en creux	Réfléctivité peu prononcée associée aux zones d'abrasion, stries observées dans un cas.

tableau 20 : base de données expérimentales pour l'étude tracéologique du matériel de broyage, bilan des observations macroscopiques et à faibles grossissements.

Actions techniques	Etat général macroscopique	Observation binoculaire	Etat réflectif et présence de stries
Broyage de noix (3h30)	Plages planes nombreuses et étendues, traces de bouchardage dans les anfractuosités	<i>Aspérités</i> : micro-relief très régularisé, les grains légèrement en relief et émoussés. <i>Anfractuosités</i> : certains grains émoussés	Lustre prononcé, et coloration sombre généralisé sur toute la surface, stries longues, groupées et parallèles.
Broyage de graines de moutarde (5h30)	Plages planes devenant jointives localisées sur certaines parties de la surface	<i>Aspérités</i> : un aspect grenu, grains en relief et émoussés, zones d'homogénéisation peu étendues les plateaux sont coupés par de petites anfractuosités. Forte amplitude de l'usure qui ne se développe pas uniquement sur les parties les plus hautes. <i>Anfractuosités</i> : certains grains émoussés.	léger lustre et coloration sombre
Broyage de fénugrec (5h30)	Plages planes étendues	<i>Aspérités</i> : usure dominante par micro-fractures entraînant sur le perceur passif la formation de zones de fort arasement des sommets, plages discontinues avec petites anfractuosités. <i>Anfractuosités</i> : partiellement lustré pour le perceur passif	lustre et coloration sombre d'aspect métallique plus développé sur le perceur passif, pas de stries évidentes
Broyage poisson séché (5h30 et 2h)	- dorade : surface généralement imprégnée de matière grasse, sombre et uniformément réflective, petites plages d'usure planes marquées. - poisson chat : petites plages planes peu étendues, fortement réflectives	<i>Aspérités</i> : régulières, zones de fort arasement, grains en relief et émoussés, entrecoupés de petites anfractuosités. <i>Anfractuosités</i> : grains émoussés pour dorade, aspect de piquetage pour poisson chat	lustre fortement réflectif généralisé pour dorade, non développé dans aspérités pour poisson chat, stries superficielles longues et groupées sur les plages d'abrasion.
Broyage de viande séchée (5h30)	plages planes peu étendues légèrement réflectives	<i>Aspérités</i> : arasement fort du sommet des grains qui ne présentent pas d'interstices, anfractuosités liées à des arrachements de grains. <i>Anfractuosités</i> : lustre partiel	lustre de type film translucide déposé sur les zones d'abrasion associé à des stries superficielles et groupées

tableau 11 : base de données expérimentales pour l'étude tracéologique du matériel de broyage, bilan des observations macroscopiques et à faibles grossissements (suite).

Actions techniques	Etat général macroscopique	Observation binoculaire	Etat réfléchif et présence de stries
Abrasion os sec et frais (3h et 1h)	pas de régularisation ou de nivellement de la surface, aspect émoussé général	plages planes à bombées selon le traitement de la surface formant des plaques allongées, arrachement de grains et zones d'homogénéisation sombres où certains grains sont en relief et émoussés. Usure de forte amplitude ne se développant pas uniquement sur les parties les plus hautes.	verni translucide général plus prononcé sur les zones d'usures, stries longues profondes et groupées associées aux zones d'usure.
Abrasion bois (5h30)	pas de régularisation, aspect général émoussé	petites plages d'usure bombées à faible grossissement. Forte amplitude dans la répartition des plages d'usure. Micro-fractures importantes, zones avec fort arasement des grains (sans interstices), grains en relief émoussés.	verni réfléchif translucide généralisé, réflectivité plus prononcée sur les zones d'usure.
Abrasion de coquillage (3h30)	régularisation importante, surface d'aspect lisse et "gondolée", stries réfléchives	usure dominante par micro-fractures et arrachements de forte amplitude, développement sur les aspérités de zones d'homogénéisation opaques et réfléchives, striées sous forme de petites plaques allongées ou étagées formant un dôme.	réflectivité associée aux zones d'homogénéisation sur les aspérités, stries visibles sur ces zones perceptibles macroscopiquement après 3h30 d'utilisation.
Travail de la peau	sans eau : petites zones sombres sur les aspérités avec eau : peu marquée	sans eau : arasement fort des sommets des grains (sans interstices), plages d'homogénéisation noires opaques très réfléchives, discontinues, entrecoupées d'arrachements de grains ; avec eau : importance des micro-fractures de grains, zones de fort arasement des sommets avec lustre et coloration sombre (début de zone d'homogénéisation ?)	sans eau : lustre et coloration sombre fort associé aux zones d'homogénéisation ; avec eau : lustre et coloration sombre localisé et lustre translucide plus fréquent.
Abrasion d'ocre indurée (1 heure)	Forte régularisation de la surface active	usure dominante par micro-fractures et arrachements, plages d'homogénéisation de types "crans" striées de couleur orangée, variation de leur étendue en fonction du temps d'utilisation	stries associées aux plages d'homogénéisation

tableau 22 : base de données expérimentales pour l'étude tracéologique des outils travaillant en percussion posée sans répercutant associé.

<i>Expé</i>	<i>Aspect du micro-relief</i>				<i>Altérations dominantes</i>					<i>anfrac</i>	<i>Stries et lustre</i>	
	plateau	bombée	géné	autre	em.	micro-frac	arrach.	ara. som.	homo.		stries	lustre
égrisage				X		X	X	X			X	
ocre			X			X	X	X				
blé		X			X	X	X	X	X			
orge		X			X	X	X	X	X		X	X
fénugrec	X					X	X	X				
fèves	X					X	X	X		X		
noix	X				X					X	X	X
moutarde	X				X		X			X		X
glands	X				X			X	X	X		X
poisson	X				X		X	X	X	X	X	X
viande	X				X		X	X	X		X	X

tableau 23 : base de données analytiques relative aux caractéristiques des usures pour les outils fonctionnant en couple. Abréviations : Aspect du micro-relief : géné = régularisation générale ; Altérations dominantes : em. = émoussé, micro-frac = micro-fracture, arrach = arrachements, ara. som. = arasement des sommets, homo. = plage d'homogénéisation ; anfrac = usure développée ou non dans les anfractuosités ; seuls les lustres prononcés sont mentionnés. Les grisés correspondent aux différents groupes pouvant être isolés en fonction des caractéristiques prises en compte.

## **4.1. Fonctionnement**

Nous traiterons ici des différences observées entre fonctionnement isolé et en couple ainsi que, pour le dernier type, entre outils passifs et actifs.

### **1.1.1. Fonctionnement isolé et en couple**

Notons tout d'abord que la plupart des objets utilisés sans répercutant associé ont ici été des outils passifs. Seul le nettoyage de la peau a été réalisé avec un outil actif en travaillant sur un support dur (planche de bois). Par ailleurs, peu de matières (uniquement l'ocre) ont été transformées selon les deux modes de fonctionnement. Malgré ces restrictions, le référentiel constitué documente des variations de certaines caractéristiques des usures en fonction du mode de fonctionnement des outils qui apparaissent récurrentes. Principalement, leur répartition et la façon dont elles modifient la micro-topographie peuvent être considérées comme des éléments discriminants :

- lors d'un fonctionnement en couple, l'usure se forme généralement sur les aspérités en les arasant, lorsqu'elle affecte aussi les anfractuosités elle prend alors des formes différentes (en général lustre et grains émoussés) de celles développées sur les aspérités (ceci à l'exception du broyage de l'ocre que nous évoquerons dans la partie suivante) ;
- dans le cas de fonctionnement isolé, l'usure apparaît beaucoup plus envahissante sur le micro-relief, elle ne crée pas une opposition réelle entre aspérités et anfractuosités, par ailleurs les formes d'altérations sont en général identiques dans les deux zones.

Les différences entre fonctionnement en couple ou isolé nous apparaissent ici d'autant plus évidentes que, plus généralement, les caractéristiques des usures sont très dissemblables. Ces différences sont peut être ici surestimées, peu de matière ayant été travaillée selon les deux processus. Si l'on compare broyage et abrasion d'ocre, outre des variations dans la structure du micro-relief, on constate un développement de zones d'homogénéisation beaucoup plus important sur l'abraseur que sur la meule et la molette. Il serait intéressant de développer ce type de comparaison lors de futures expérimentations. Elles peuvent être envisagées par exemple pour le travail de l'os.

### **1.1.2. Outils actifs et passifs**

Dans la plupart des expérimentations réalisées avec meule/molette, nous n'observons pas de différence importante entre outils passifs et actifs. Les variations parfois constatées semblent plus inhérentes au type de matière première. Seules la répartition des usures sur la surface, surtout la morphologie en section des zones actives indiquent le mode d'utilisation : surfaces concaves pour les percuteurs passifs et convexes pour les percuteurs actifs. Cette évolution morphologique au cours de l'utilisation découle au moins en partie des formes initiales des outils employés. En effet, les expérimentations I et II nous ont conduit à constater que, lors d'un travail d'abrasion, l'évolution morphologique des surfaces actives dépendait de la mise en forme préalable des blocs.

## **1.2. Matières travaillées**

### **1.2.1. Fonctionnement en couple**

L'étude des surfaces naturelles, les différentes expérimentations documentant l'égrissage et les "traitements de surface" servent de référence pour établir le rôle de la matière travaillée dans la formation des traces d'utilisation. Bien que testées sur des temps relativement courts, ces expérimentations indiquent que le contact direct "pierre contre pierre" est fortement abrasif, l'usure est effectuée principalement par micro-fractures et arrachements de grains. Il entraîne la formation de petites plages d'altération sur les aspérités, parfois observables essentiellement à la binoculaire, sous la forme de plages d'homogénéisation très en relief, de couleur sombre, généralement non lisses, irrégulières (type "crans") et portant des stries. Ces altérations du micro-relief sont récurrentes et apparaissent diagnostiques d'un travail "pierre contre pierre" dans la mesure où l'on ne les a reproduites que dans ce contexte particulier.

Lorsqu'une matière est intercalée entre les deux pierres, les traces laissées par l'utilisation sont dissemblables aussi bien au niveau macroscopique qu'à faibles grossissements : les plages d'arasement des aspérités sont en général plus marquées et plus étendues, les grains présentent une gamme plus variée d'altérations comprenant, entre autres et non systématiquement, le développement de zones d'homogénéisation distinctes de celles produites par un contact pierre contre pierre.

Si l'on considère maintenant les différentes matières travaillées, il est possible d'opposer plusieurs catégories de matériaux :

#### **1.2.1.1. Les matières minérales et les autres**

Les différences les plus évidentes sont constatées entre le travail de matière minérale (représentée ici uniquement par l'ocre) et les autres matières broyées. Les propriétés abrasives de l'ocre entraînent une forte régularisation générale du relief sans opposition aspérités / anfractuosités au niveau macroscopique et la formation de plages d'usure spécifiques sur les aspérités, observables à faibles grossissements (fort arasement des sommets et petites plages d'homogénéisation), l'ensemble de la surface est affecté par des arrachements et des micro-fractures de grains. En revanche, une usure par abrasion des aspérités caractérise le reste des matières travaillées par broyage. Par ailleurs, des altérations dominantes par micro-fractures et arrachements sont rares. Elles sont soit associées à d'autres formes d'usure soit elles présentent une répartition différente sur la surface (par exemple fénugrec, fève).

#### **1.2.1.2. Les matières contenant ou non des matières grasses**

Parmi le reste des matières broyées, des différences importantes apparaissent ensuite entre celles qui contiennent ou non de l'huile ou de la graisse. Ainsi, nous pouvons opposer céréales, légumineuses et matières animales, noix, graines de moutarde, glands frais (les caractéristiques étant moins marquées pour les glands secs). Dans cette seconde catégorie, l'usure apparaît beaucoup plus forte et entraîne la formation, sur les aspérités, de plages

planes, en général dès le début de l'utilisation, plus ou moins étendues. Sur ces plages, les usures sont caractérisées par un arasement fort des sommets des grains ou un émoussé. Elles sont associées au développement de lustre très réfléchif et de stries marquées, certaines altérations sont aussi développées dans les anfractuosités (lustre et grains émoussés). Dans la première catégorie (céréales et légumineuses), pour les céréales, quel que soit le travail effectué, les plages d'usure restent moins marquées, de morphologie généralement bombée. Les altérations représentées sur les aspérités couvrent une large gamme, la surface apparaît moins lustrée, des stries sont associées au développement de zones d'homogénéisation. Les légumineuses semblent constituer une catégorie à part dans cet ensemble, les altérations de type micro-fractures et arrachements dominant.

### 1.2.1.3. Des différenciations plus fines

1. parmi les matières contenant de la graisse ou de l'huile, une différence peut être établie entre les matières animales et végétales. Le broyage du poisson et de la viande entraîne la formation d'usures qui apparaissent récurrentes et peuvent être définies comme suit : si certains grains restent en relief et émoussés, la plupart montre un arasement fort de leur sommet, ne présentent pas d'interstice entre eux mais restent clairement individualisables (sorte de coupe de grains). Ces zones sont recouvertes d'un lustre translucide très réfléchif et de stries, elles sont entrecoupées de petites anfractuosités qui semblent correspondre à des arrachements de grains. Pour les matières végétales, si l'on note des forts arasements des sommets des grains développés localement, la plupart restent légèrement en relief et émoussés, le lustre réfléchif apparaît beaucoup plus opaque, sombre.

Le tableau 23 et la planche 37 présentent une synthèse des caractéristiques des usures pour les grandes catégories de matière d'œuvre différenciées.

2. des variations sont aussi notées entre les différentes matières végétales contenant de l'huile et dans la catégorie des céréales. En ce qui concerne le premier groupe, ces variations apparaissent peu marquées et sont plus d'ordre quantitatif : intensité de développement d'une altération, étendues des plateaux, etc. Donc, si des différences sont perceptibles, nous touchons ici probablement à l'une des limites des critères de caractérisation utilisés. Ceux-ci ne sont peut être pas assez détaillés pour permettre d'effectuer des différenciations fines ou encore il serait nécessaire d'en développer des mesures quantitatives. En ce qui concerne les céréales, le développement d'un lustre translucide, de type verni, observé aussi lors du travail du bois, est constaté lors du travail de l'orge sauvage avec enveloppe et non pour le broyage du blé nu. Ici encore, bien que reposant sur la présence/absence d'une certaine morphologie d'usure, ces variations peuvent être considérées comme infimes. En général, il est possible que l'établissement de différences plus fines nécessite l'utilisation d'autres outils d'observation.

## 1.2.2. Fonctionnement isolé

L'éventail des expérimentations effectué est ici plus restreint (ocre, coquillage, os, bois et peau), nous constatons que chaque matière travaillée génère des traces d'usure spécifique. Ainsi, dans l'état actuel des données, les différences apparaissent plus claires que pour les fonctionnements en couple. Deux raisons peuvent être évoquées pour expliquer cela :

- tout d'abord l'éventail limité des matières travaillées et le fait que, contrairement aux expérimentations avec meule/molette dont beaucoup portent sur le broyage de végétaux, nous comparons ici plus fréquemment des catégories différentes de matières (végétales : bois / animales : peau et os / minérales : ocre et coquillage).
- il est probable que le contact régulier entre les pierres (manifestement abrasif) lors d'un fonctionnement en couple, entraîne une homogénéisation des traces, fonctionne comme un "brouillage du signal" et uniformise les usures.

Nous constatons donc que chaque matière travaillée en percussion posée produit des traces particulières. Le travail du bois, de l'os, de coquillage et d'ocre peuvent être rapprochés car ils entraînent des altérations de la surface par micro-fractures et arrachements plus développées pour l'ocre et les coquillages. On observe aussi sur tous les trois le développement de plages lustrées correspondant à des zones opaques d'homogénéisation pour l'os et le coquillage, à des plages irrégulières de fort arasement des sommets sur lesquelles les grains ne présentent pas d'interstices et sont individualisables pour le bois. Dans le cas du travail des coquillages, deux formes de zones d'homogénéisation sont observées, elles sont proches de celles du travail pierre contre pierre mais leur morphologie apparaît spécifique (étagée ou allongée). Pour l'os, ces zones d'homogénéisation sont sombres, gondolées, allongées, lisses et striées. L'abrasion d'un bloc d'ocre induré entraîne la formation de zones d'homogénéisation de couleur orangée, striées et très réfléchives, elles sont fines et allongées, en forme générale de stries. Lors du travail de peau, on constate le développement de plages réfléchives discontinues entrecoupés de petites anfractuosités correspondant à des zones d'homogénéisation opaques, noires et réfléchives, de formes diverses.

## 1.2.3. Variations en fonction du traitement préalable de la matière ou de l'utilisation d'adjuvant

Plusieurs petits tests portant sur des variations de traitement avant et en cours de broyage ont été effectués. Ces expérimentations sont très limitées, elles concernent :

- pour le travail avec un couple d'outil : broyage des glands frais et après séchage, broyage de l'orge avec ou sans eau
- pour le travail avec un seul outil : l'abrasion sur os frais et sec, le travail de la peau avec ou sans eau.



## Planche 37

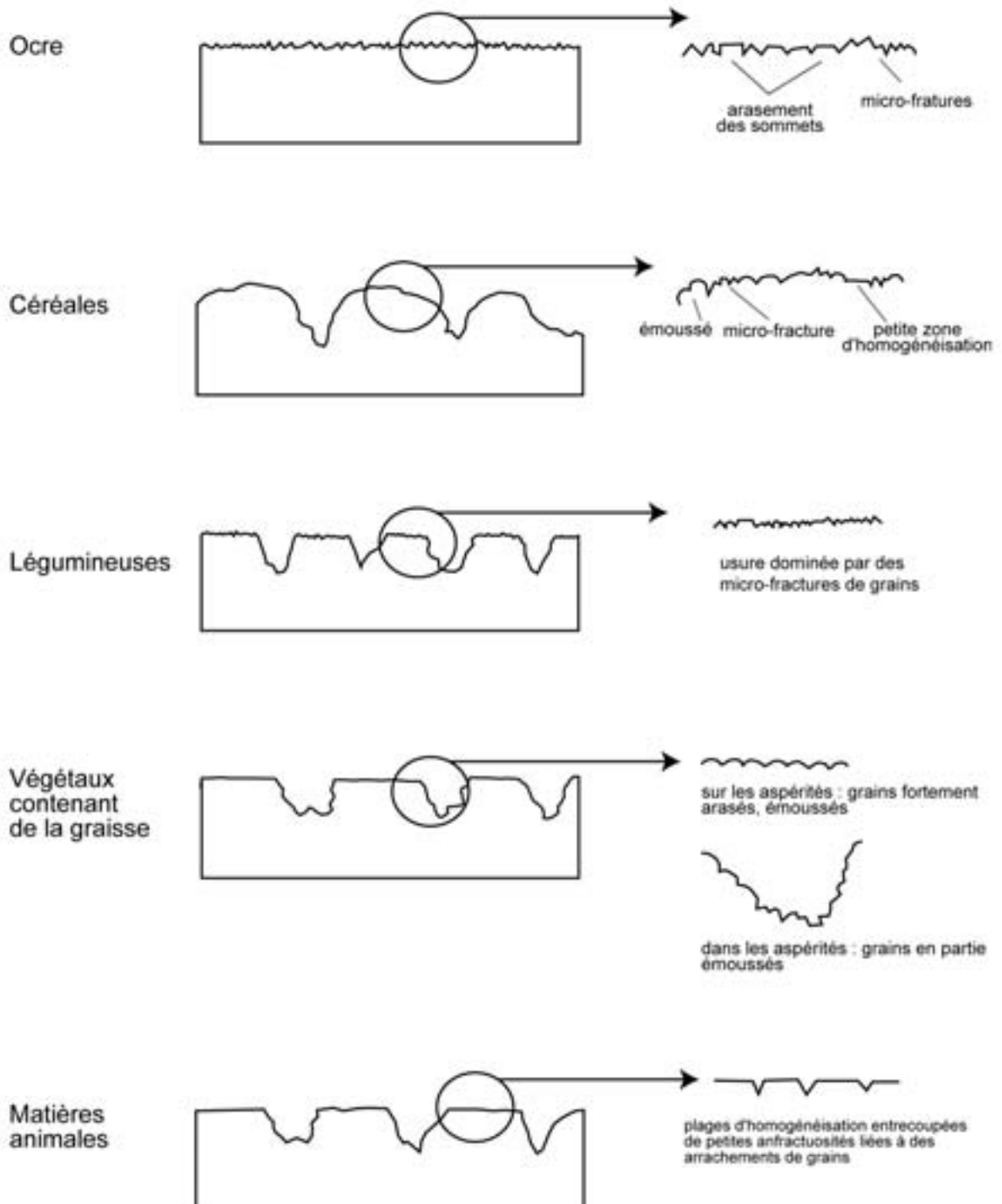
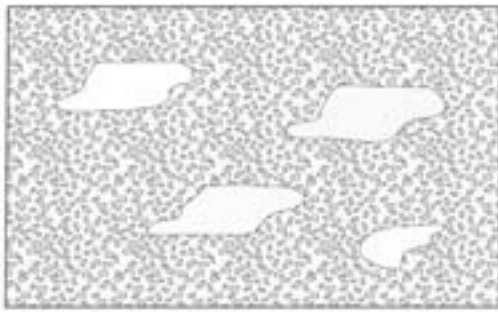


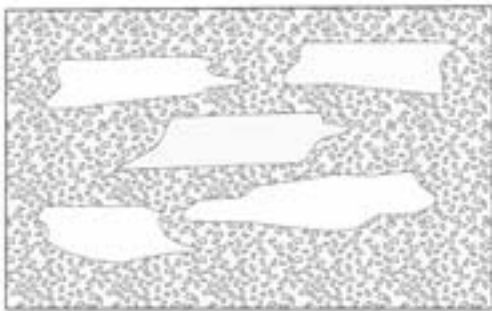
Planche 37, présentation schématique des caractéristiques des usures selon les grandes catégories de matière d'oeuvre

# Planche 38

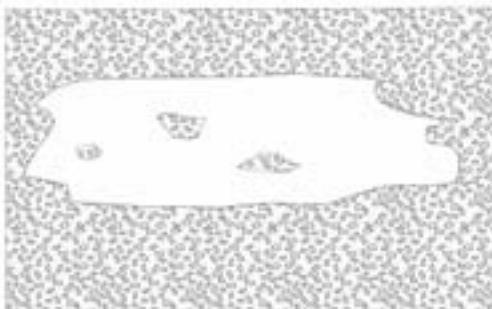
## Trames



lâche



serrée



unie

## Morphologie



surface piquetée



coalescence "fluide"



coalescence "douce"



coalescence "dure"

Planche 38 : caractérisation des micropolis d'utilisation, trame et morphologie de la coalescence (d'après Plisson, 1982)

Nous constatons que l'incidence de ces variations sur la formation des traces d'usure varie en fonction de la matière traitée. Par exemple, le broyage de l'orge avec ou sans eau n'entraîne pas de variation significative des états de surface à faibles grossissements. L'aspect macroscopique de la surface d'usure diffère cependant, les plages d'usure apparaissant plus marquées et plus étendues dans le cas d'un travail avec de l'eau. De même, si l'on compare le broyage du blé sans enveloppe et le travail de l'orge comprenant des opérations de décorticage puis de broyage, les traces d'usure apparaissent globalement similaires. Nous observons en revanche des différences plus significatives entre le travail des glands frais et secs. Les caractéristiques générales des usures sont identiques mais beaucoup moins prononcées dans le cas d'un broyage après séchage (en particulier en ce qui concerne l'aplanissement des aspérités, le développement du lustre, la présence de stries, l'amplitude de l'usure). Par ailleurs, des altérations de type abrasion mécanique (micro-fractures et arrachements) sont observées pour le travail sur glands séchés et non lors du broyage de fruits frais.

Pour ce qui est des fonctionnements isolés, aucune variation importante n'est notée entre l'abrasion d'os frais ou sec. Par contre, le travail de la peau avec ou sans eau laisse des traces très différentes.

Il est difficile de dégager des tendances générales de ces quelques exemples, dans certains cas le taux d'humidité ou de graisse de la mouture ou de la matière abrasée semble important alors que dans d'autres non. Ceci nous encouragerait à travailler au cas par cas ou encore par grande catégorie de matière.

### **1.3. L'incidence de la matière première**

Lors d'une première série d'expérimentations portant sur le travail pierre contre pierre, nous avons comparé l'utilisation de différents types de basalte : en opposant grains fins ou grossiers, matières compactes ou vacuolaires. La récurrence des traces obtenues nous a amené à conclure à une très faible incidence de ces variables sur la formation des usures pour la catégorie des roches basaltiques grenues. On note cependant une efficacité variable du travail d'égrisage en fonction des types de basalte. Par ailleurs, certaines variations d'état de surface ont été observées, essentiellement au niveau du développement de zones d'homogénéisation ainsi que celui de stries isolées et profondes. Elles pourraient être liées à la taille des grains composant la roche, les matières à grains fins présentant une forte cohésion paraissant plus propice au développement de zones d'homogénéisation. Cette expérimentation a aussi permis de constater des problèmes de lisibilité c'est-à-dire d'applicabilité des critères de description employés sur les matières à grains fins (problèmes pour déterminer les types d'altération des grains).

Ces conclusions nous ont amené à "alléger" les protocoles expérimentaux, chaque matière n'a pas été travaillée avec différents types de basalte. La reproduction de certaines expérimentations sur des roches distinctes nous a permis de contrôler, dans une certaine mesure, le paramètre matière première. En général, ces tests confirment les conclusions avancées lors de l'égrisage : une tendance au développement plus marqué de zones d'homogénéisation sur les matières compactes à grains fins et des problèmes d'applicabilité

des critères de description choisis. Nous considérons donc que l'établissement d'une diagnose fonctionnelle devra tenir compte des principales caractéristiques des matières premières.

Ici encore, une approche plus intuitive, permet de distinguer des qualités de roches qui paraissent plus propices au travail de broyage et d'abrasion. Les matières à grains grossiers semblent généralement plus efficaces. Les roches trop dures ou compactes sont difficiles à mettre en forme et lors de l'utilisation, on a l'impression que la matière "patine" et n'accroche pas à la surface. La cohésion des grains apparaît ainsi comme un paramètre important. Ceci rejoint les conclusions de H. Procopiou (1998, p.74) : "*... les roches d'une grande dureté d'ensemble ont tendance à donner un piquetage insuffisant. Cela pose des problèmes non seulement au niveau de la mise en forme initiale, mais aussi par rapport à l'entretien de la rugosité par ravivage au cours de l'utilisation.*"

## **1.4. Evolution des usures en fonction du temps d'utilisation**

Les états de surface varient au cours de l'utilisation. En début d'utilisation, ces changements sont d'ordre qualitatif, certaines altérations dominant (en général, arrachements et micro-fractures) puis d'autres, telles que les zones d'homogénéisation, se développent. Les variations observées ensuite sont plus d'ordre quantitatif, certains caractères devenant plus marqués ou généralisés sur la surface. En l'état actuel d'avancement de notre référentiel expérimental, le développement d'usures que l'on peut considérer comme diagnostiques est communément observé après trente minutes à une heure de travail. Par rapport à ces tendances générales, plusieurs cas particuliers sont à mentionner :

- lors de l'abrasion de coquillage, on observe la formation, la disparition puis à nouveau le développement de certaines morphologies d'altération. L'usure apparaissant comme très abrasive, nous avons émis l'hypothèse d'un renouvellement régulier de la surface au cours de l'utilisation ;

- d'autres cas sont plus difficiles à comprendre : par exemple, lors du travail de la peau, des zones d'homogénéisation très marquées, fortement en relief et allongées sont observées uniquement après trente minutes d'utilisation ; pour le broyage des glands séchés et du fénugrec, on note d'importantes différences dans les types d'altération dominants.

Les processus de formation des usures apparaissent donc, dans certains cas, complexes. Le paramètre "temps d'expérimentation" est de première importance, deux conclusions principales peuvent être avancées :

- une détermination des matières travaillées en fonction des critères définis n'est possible que sur des objets ayant été utilisés plus d'une demi-heure ;

- théoriquement, certaines caractéristiques des usures devraient nous permettre d'estimer les temps d'utilisation des outils. Il paraît impératif de prolonger les expérimentations afin de documenter pleinement l'évolution des traces d'utilisation.

## **1.5. L'incidence des techniques de traitement des surfaces**

Celui-ci a pu être appréhendé à travers les tests suivants :

- comparaison du piquetage et du piquetage / abrasion comme traitement préalable des surfaces avant broyage ;
- comparaison entre surfaces utilisées brutes ou préalablement bouchardées.

Pour toutes ces expérimentations, les surfaces des objets sont divisées en deux zones ayant subi des traitements différentiels avant l'utilisation.

### **1.5.1. Surfaces travaillées par piquetage, par piquetage / abrasion**

Il s'agissait de mieux comprendre la signification du critère "organisation générale du relief". Ce test a été effectué pour le broyage de l'orge sur deux outils différents. Macroscopiquement, sur les zones abrasées, la surface paraît généralement émoussée et l'on ne note pas d'opposition nette entre aspérités et anfractuosités contrairement à ce que l'on observe sur les zones uniquement bouchardées. Les plages d'usure sont plus planes et plus étendues. Une opposition entre parties hautes et basses reste cependant perceptible à la binoculaire sur les zones abrasées, essentiellement dans la répartition des altérations sur le micro-relief. L'organisation macroscopique du relief serait donc fortement corrélée au mode de préparation des surfaces actives.

### **1.5.2. Surfaces naturelles et bouchardées**

Ces tests n'ont été développés que dans deux expérimentations pour le fonctionnement en couple : le broyage de poisson chat et de glands séchés. Cependant, pour ce dernier, seul un système d'évacuation en bout de meule sur zone non bouchardée a été testé. Ils ont été par contre presque systématiquement effectués dans le cas de fonctionnement isolé.

Pour le broyage de poisson chat, on constate que le micro-relief est plus irrégulier et les plateaux moins plans et étendus dans la zone non bouchardée. Les usures de type micro-fractures et arrachements dominant, les arasements et zones d'homogénéisation sont moins développées. La matière néo-corticale fragile semble être arrachée ou réduite en poudre. Un développement moindre de l'usure est aussi constaté pour le broyage des glands séchés.

En ce qui concerne les fonctionnements isolés, l'usure apparaît plus développée dans les zones non bouchardées. Les altérations par arrachements et micro-fractures y sont particulièrement importantes dans le cas du travail de l'os, du bois et des coquillages, alors qu'elles sont peu développées sur la zone bouchardée. La surface néo-corticale plus fragile semble s'altérer plus intensément. En général, le développement de plages de lustre, d'abrasion forte ou d'homogénéisation est plus restreint sur les zones bouchardées (à l'exception des coquillages). Pour autant que l'on puisse tirer des conclusions pour les outils fonctionnant en couple, il semble que l'on assiste au phénomène inverse, c'est-à-dire une

usure plus développée sur les zones bouchardées. Ceci est probablement lié à l'irrégularité de la surface non bouchardée réduisant les zones de contacts entre les deux outils. Le travail sur ces zones non mises en forme entraîne, pour les deux types de fonctionnement, une production importante de poussière.

### **1.5.3. Bilan**

En conclusion, le traitement des surfaces avant utilisation influe sur :

- l'organisation générale du micro-relief, c'est-à-dire la façon dont l'usure modifie la topographie de la surface, la répartition des usures, la formation de plages d'arasement des aspérités ;
- les types d'altération des grains, si l'on oppose surface naturelle et bouchardée. Le travail sur une surface néo-corticale altérée induit des micro-fractures et arrachements de grains importants. Le développement d'autres types d'altération apparaît plus intense sur les zones non bouchardées dans le cas de fonctionnement isolé et moins important dans le cas de fonctionnement en couple.

Généralement les variations observées en fonction des traitements des surfaces sont plus d'ordre quantitatif, elles sont moindres que celles résultant de la matière d'œuvre.

## **1.6. Les variations de geste**

Elles ont été très réduites et portent principalement sur des variations de direction lors du travail d'égrisage. Par ailleurs, les résultats de deux autres petits tests portant l'évacuation en bout de meule et un travail de pilage au centre des surfaces actives seront évoqués.

### **1.6.1. Directions**

Des variations de direction des gestes ont été testées dans le cadre des expérimentations portant sur l'abrasion pierre contre pierre. Un mouvement alternatif apparaît clairement lisible à l'œil nu sur les surfaces, indiqué par de longues stries parallèles entre elles. A la binoculaire, ces stries correspondent en définitive à des zones d'homogénéisation qui les dessinent en pointillés. Mouvements circulaires et aléatoires ont été testés par la suite. Nous constatons que le mouvement circulaire ressemble en tout point de vue et aux différentes échelles d'observation au mouvement alternatif. L'égrisage selon un geste aléatoire n'est pas perceptible macroscopiquement et reste difficile à mettre en évidence à la binoculaire. Ceci nécessite la comparaison des directions des stries sur un nombre important de zones d'homogénéisation. Plusieurs autres problèmes rencontrés lors de l'analyse des stries nous font par ailleurs douter de leur valeur diagnostique : leur reconnaissance est difficile sur certains types de basalte dont l'organisation interne ou les plans de fracture des cristaux produisent des "pseudo stries" ; par ailleurs lors du broyage du poisson séché, nous avons constaté le développement d'un lustre translucide strié dont les stries (ou pseudo-stries ?) indiquaient des variations de direction ne correspondant pas au geste effectué.

Les tests portant sur les variations de geste ne sont pas assez développés pour nous permettre de proposer des conclusions solides, notons néanmoins une difficulté à mettre en évidence le geste de travail dans plusieurs cas.

### **1.6.2. Deux autres petits tests**

De façon plus anecdotique nous avons testé l'évacuation de la farine en bout de meule et un concassage par percussion lancée toujours effectué sur une même zone au centre de la surface d'usure (pour le travail des glands). Dans les deux cas, aucun indice témoignant des gestes pratiqués n'est décelable sur la surface de travail. Les expérimentations restent néanmoins d'une durée trop limitée pour pouvoir conclure sur ces points.

## **1.7. Conclusion**

En conclusion, ce référentiel atteste :

- des possibilités de différencier fonctionnement en couple et isolé à partir de l'étude des surfaces d'usure ;
- de variations significatives en fonction des matières travaillées. Parmi les outils fonctionnant en couple, les différences principales apparaissent entre le travail des matières minérales et le reste. Dans le groupe des matières animales et végétales, deux ensembles se distinguent ensuite : celui des matières contenant de la graisse ou de l'huile et les autres. Les matières animales et végétales, bien que présentant des points communs, peuvent être différenciées selon plusieurs critères. Des différences plus ténues sont constatées entre les végétaux oléagineux et dans la catégorie des céréales. Les légumineuses semblent constituer une classe à part. Dans la catégorie des abraseurs/polissoirs, nous observons d'importantes variations permettant de différencier chaque matière travaillée, ceci essentiellement en fonction des caractéristiques des zones d'homogénéisation.

Fonctionnement et matière d'œuvre sont donc considérés comme des variables de première importance dans la formation des traces d'usage. Par ailleurs, ce référentiel démontre l'importance de la durée de l'utilisation et, dans une moindre mesure, des traitements préalables de la surface et du type de basalte grenu utilisé. Enfin, notons que la reconnaissance des stries nous est apparue problématique

## **2. Diagnose : description des usures, pertinence et signification des différents critères employés**

### **2.1. Différents caractères descriptifs : analyse critique**

La description des états de surface est fondée sur un ensemble de caractères choisis en fonction des résultats de différentes recherches méthodologiques et d'observations réalisées sur le matériel archéologique et expérimental. Les variations de ces caractères constatées sur les outils expérimentaux ont abouti à la définition de critères permettant de diagnostiquer fonctionnement et matière travaillée. Nous effectuerons ici un bilan critique de la méthode de description choisie en tentant de préciser la signification de chacun des critères définis. Nous nous demanderons en particulier sur quels éléments peut être fondée une diagnose fonctionnelle.

#### **2.1.1. L'organisation générale du micro-relief**

Les principales variations observées portent sur la présence ou non d'une opposition entre parties hautes du micro-relief arasées et parties basses conservant les traces du traitement de celle-ci. Ces variations sont fonction : - du mode d'utilisation de l'outil, les fonctionnements isolés n'entraînant pas une régularisation générale ou un nivellement prononcé des aspérités ; - du type de matière travaillée : régularisation générale dans le cas de matériau abrasif, opposition plateaux / creux pour les autres matières. Par ailleurs, dans le cas de fonctionnement en couple, on distingue le travail de matières entraînant la formation de plateaux plans de celles générant des plages d'usure bombées.

Dans l'ensemble des dissemblances observées, certaines apparaissent plus diagnostiques que d'autres du fonctionnement de l'outil ou de la matière travaillée. Ainsi, la différenciation entre matières abrasives et autres à partir de l'organisation du micro-relief, dans le cas d'un fonctionnement en couple, nous apparaît solide car elle renvoie à des variations importantes. En ce qui concerne les différences observées entre fonctionnement isolé et en couple, ce critère est considéré comme significatif mais il ne peut à lui seul permettre de caractériser les deux modes d'utilisation. Le critère de la morphologie en section des zones d'arasement doit être aussi utilisé avec précaution pour plusieurs raisons : tout d'abord le traitement préalable de la surface active influe aussi sur la formation et la morphologie de ces zones, de même, dans certains cas, le type d'adjuvant utilisé ; ensuite, l'organisation générale du micro-relief évolue au cours de l'usure et l'on a constaté pour le travail de matières entraînant la formation de plages d'usure bombées, une évolution vers un aplanissement et un élargissement des plages d'usure. Il est possible qu'une utilisation prolongée des pièces aboutisse à des



convergences dans l'organisation du micro-relief vers une régularisation quasi générale des aspérités sous la forme de plateaux plans étendus.

### **2.1.2. La répartition des altérations sur le micro-relief**

On observe aussi des variations de ce caractère selon le fonctionnement de l'outil et, pour les utilisations en couple, selon le type matières travaillées. Pour les outils de type abraseurs/polissoirs, nous avons constaté une répartition de forte amplitude des usures sur la surface. Il n'y a pas d'opposition entre aspérités et anfractuosités contrairement à ce que l'on observe pour la majorité des utilisations en couple. Ici encore, la récurrence de ces caractéristiques de répartition nous conduit à considérer ce critère comme étant d'une haute valeur diagnostique. Néanmoins, ces différences s'avèrent plus ténues dans le cas d'outils non mis en forme ou ayant fonctionné sur une courte durée, une détermination du mode de fonctionnement à partir de ce critère sera donc problématique dans certains cas.

Dans l'ensemble des outils fonctionnant en couple, des variations dans la répartition des usures sont observées entre les matériaux contenant des matières grasses et les autres. Dans cette première catégorie, certaines des altérations affectant les aspérités se développent également dans les anfractuosités. Au contraire, pour les matières ne contenant pas de lubrifiants, les altérations liées à l'utilisation sont uniquement localisées sur les aspérités de la surface. Ce critère peut être considéré comme diagnostique mais reste secondaire, les types d'altération affectant les grains apparaissant généralement plus indicatifs de la matière travaillée.

### **2.1.3. Les types d'altération affectant les grains composant la roche**

Nous avons repris les principaux types d'altération définis par Adams (1988, 1989), leur présence/absence ou association apparaissent fortement corrélées à la catégorie de matière travaillée. Pour les outils fonctionnant en couple, on observe cependant des convergences en fonction des principales propriétés des matières, une détermination précise de celles-ci ne semble pas ainsi possible mais plutôt une différenciation entre matières minérales, animales, végétaux oléagineux, céréales, légumineuses. Une des formes d'altération des surfaces, appelée dans ce travail, "plages d'homogénéisation", semble autoriser des déterminations plus précises.

### **2.1.4. Les zones d'homogénéisation**

Elles sont systématiquement observées lors des fonctionnements isolés et moins fréquentes pour les fonctionnements en couple. Dans la première catégorie, ces zones présentent une importante variabilité et peuvent être considérées comme diagnostiques de la matière travaillée. Les expérimentations sont néanmoins à poursuivre afin de vérifier cette hypothèse. Notons que nous observons aussi certaines convergences en fonction des propriétés des matières d'œuvre. En particulier, les zones d'homogénéisation observées lors du travail de matières dures ou abrasives présentent plusieurs points communs avec celles développées

lors du travail d'égrisage. L'étude de ces formes d'usure et la détermination de leur valeur diagnostique nous semble une voie de recherche à privilégier. Nous envisageons d'adopter un système de description reprenant en partie celui présenté par Plisson (1985) pour la description des zones de coalescence. Les différents attributs considérés comme discriminants sont :

- la répartition : fait référence à la localisation sur les différentes zones du micro-relief (aspérités/anfractuosités), permettant de définir l'amplitude de l'usure. Celle-ci est faible lorsque les plages d'homogénéisation ne se développent que sur les aspérités de la surface, moyenne lorsqu'elle recouvre les irrégularités du micro-relief sur les aspérités, forte lorsque les zones se développent sur les aspérités et dans les anfractuosités ;
- l'étendue : caractérise les dimensions des plages d'homogénéisation qui sont limitées (longueur inférieure à 0,5 cm), moyennes (entre 0,5 cm et 1 cm), étendue (supérieure à 1 cm);
- morphologie en plan : dans le référentiel expérimental, ces zones peuvent être rectangulaires allongées, globalement circulaire ou se développer en plaque de formes diverses, par ailleurs certaines formes particulières ont été observées : stries et généralisée sur les plateaux ;
- morphologie en section : selon l'importance de la régularisation du micro-relief, leur morphologie en section apparaît globalement convexe, ondulée, plane, pour un cas particulier les formes en section peuvent être décrites comme étagées (travail des coquillages) ;
- opacité : les zones peuvent être opaques ou translucides, parfois leur surface est assombrie mais les grains restent observables, les zones sont translucides/sombres ;
- luisance : on distingue des zones mates des zones réfléchives et parmi ces dernières des états de forte et de faible réflectivité ;
- texture : lisse ou granuleuse ;
- associations avec différents traits caractéristiques : il s'agit essentiellement de la présence de stries et de leur morphologie ainsi que d'arrachements de grains formant de petites anfractuosités sur la zone d'homogénéisation.

Nous avons appliqué cette démarche d'analyse aux outils fonctionnant sans répercutant associé car les zones d'homogénéisation nous ont apparus dans ces cas caractéristiques des types de matière travaillée. Le tableau 24 et le tableau 25 présentent une description des zones en fonction des critères présentés plus haut. La figure 2 met en graphique les données codifiées dans le tableau. Elle permet de constater que chaque type de matière d'œuvre développe des formes de zones d'homogénéisation différentes.

Expé	P/A	Répar	Eten.	M. Plan	M. sec.	Luis.	Opacité	Texture	Asso
Ocre	P	moy.	et.	stries	plane	forte	op.	li../gran.	stries
Coq.	P	forte	et.	circ. / rect. all.	étagée	faible	op. noire	gran.	stries
Bois	P	forte	mod.	pl.	ond.	faible	trans.	lisse	
Os	P	forte	mod.	pl.	ond.	faible	op.	lisse	stries
Peau	P	forte	et.	pl. / rect. all.	conv.	forte	op. noire	lisse	stries et anfrac.

tableau 24 : caractérisation des zones d'homogénéisation pour les outils de type abraseur, palisson. Liste des abréviations : Expé = expérimentation ; P/A = présence ou absence ; Répar = répartition ; Eten. = étendue ; M. Plan = morphologie en plan ; M. seb = morphologie en section ; Luis. = luisance ; Asso = association ; les abréviations utilisées pour caractériser les attributs des zones d'homogénéisation correspondent aux premières lettres des descriptions données plus haut.

Expé	Répar	Eten.	M. Plan	M. sec.	Luis.	Opacité	Texture	Asso
Ocre	2	3	4	3	3	1.	3	1
Coq.	3	3	6	4	2	1	2	1
Bois	3	2	1	2	3	2.	1	0
Os	3	2	1	2	2	1	1	1
Peau	3	3	6	1	3	2	1	3.

tableau 25 : caractérisation des zones d'homogénéisation pour les outils de type abraseur, palisson reprise des données du tableau 24 avec codification pour faciliter la comparaison.

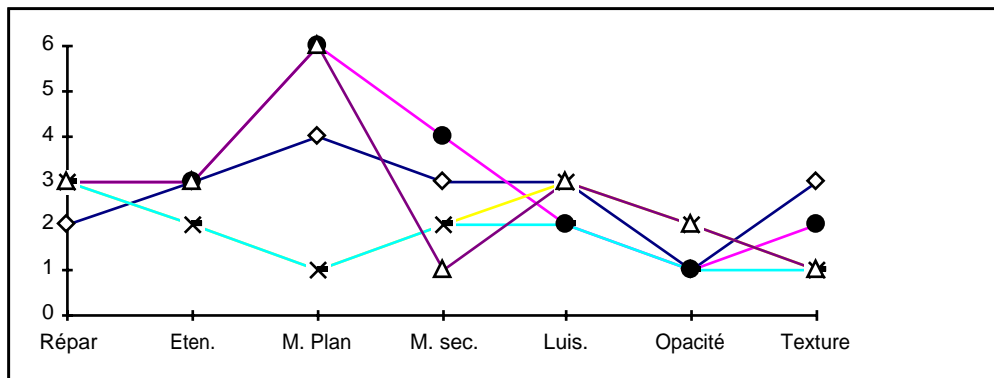


figure 2 : caractérisation des zones d'homogénéisation pour les outils de type abraseur, palisson ; mise en graphique des données du tableau 25.

## 2.1.5. Les stries

Plusieurs types de stries ont été observés lors de nos expérimentations, nous discuterons ici des deux principaux : certaines sont perceptibles macroscopiquement et beaucoup moins évidentes à différents grossissements, elles peuvent être décrites comme de grandes éraflures, elles sont larges et profondes. Ces stries se retrouvent essentiellement dans le cas de contact abrasif important, ici pierre contre pierre ou broyage d'ocre, elles indiquent la

direction du travail effectué. Un autre type de stries plus commun est associé aux plages d'arasement, zones d'homogénéisation ou lustres. Leurs caractéristiques sont ici encore diverses mais elles sont généralement courtes, groupées, très superficielles. Leur reconnaissance est dans certains cas problématique sur le basalte, les cristaux ou l'organisation interne de la matière créant parfois une impression de surface striée. De telles stries sont par exemple observées pour le travail du poisson séché, elles ne correspondent pas au sens du geste effectué. Le travail d'égrisage a été testé selon différentes directions, l'identification des gestes effectués s'est avérée problématique. Par exemple, dans le cas d'un mouvement aléatoire, nous n'observons pas de stries se recoupant mais des stries indiquant selon les zones de la surface observées, des sens différents. Ainsi, l'étude des stries pose à notre avis deux problèmes : celui de leur reconnaissance et différenciation par rapport à des structures naturelles de la roche, celui de leur valeur indicative du sens du travail effectué.

### **2.1.6. Les lustres**

Des états de réflectivité variables ont été observés sur le matériel expérimental. Ces variations portent sur différentes caractéristiques : répartition sur la surface, opacité et coloration de la zone réfléchive, intensité du lustre. Une répartition quasi généralisée sur la surface est observée dans le cas de matériaux contenant des graisses, pour les fonctionnements en couple. Pour le reste des expérimentations, les états de forte réflectivité sont souvent associés aux zones d'homogénéisation. Ils apparaissent ainsi plus développés dans le cas de fonctionnement isolé où ils sont observés lors du travail de minéraux contrairement aux expérimentations portant sur l'égrisage et le broyage de l'ocre. Deux problèmes doivent être soulevés concernant l'étude de ces lustres. Tout d'abord celui de leur conservation : lors du travail du blé par exemple, nous avons remarqué le développement d'un lustre translucide perceptible macroscopiquement. Celui-ci a été éliminé par le nettoyage de la pièce à l'eau savonneuse avant son étude à la binoculaire. Par ailleurs, la description de l'intensité des lustres, comme ceci a été souligné par de nombreux tracéologues, reste très subjective, à moins de mettre en œuvre des systèmes de quantification.

### **2.1.7. Discussion**

Ce problème de quantification des variations observées se pose par ailleurs pour d'autres caractères tels que l'étendue des zones d'arasement ou d'homogénéisation. Il est nécessaire de développer un minimum de mesures quantitatives, ce qui n'a pas été entrepris ici. Plus généralement, les critères définis apparaissent relatifs dans la mesure où ils sont fondés sur des différences observées entre les états de surface. La proposition de critères "absolus" repose à notre avis sur une compréhension plus globale des mécanismes de formation des usures. Les recherches en rugosimétrie illustrées par les travaux de Procopiou et collaborateurs (Procopiou *et al.*, 1998) nous semblent particulièrement intéressantes sur ce point. Le référentiel constitué permet d'avancer certaines hypothèses qui pourraient être testées avec cette technique d'analyse des surfaces, nous développerons ce point en conclusion.

## 2.2. Construction d'une diagnose

Les différents critères définis sont d'une valeur diagnostique variable. En général, nous considérons que la construction d'une hypothèse fonctionnelle doit reposer sur la prise en compte d'un ensemble de caractéristiques. Certaines serviront plus particulièrement à établir le mode de fonctionnement de l'objet et d'autres la matière travaillée. De la synthèse effectuée plus haut, nous pouvons déduire les associations suivantes :

- le fonctionnement de l'outil : peut être diagnostiqué en particulier à partir de l'organisation générale du micro-relief et de la répartition des usures sur la surface ainsi que sur la présence de traces d'usures caractéristiques telles que les zones d'homogénéisation. En fonction des données expérimentales, il est difficile de conclure sur le problème des stries qui devront être interprétées avec prudence.
- la matière travaillée : le type d'altération des grains, la répartition des usures sur la surface permet de déterminer de grandes catégories de matière travaillée ; la présence et le type de zone d'homogénéisation peut dans certains cas permettre de proposer des hypothèses plus précises.

### Grille d'analyse

#### *Description des états de surface*

- Caractérisation du type de basalte
- Organisation générale du micro-relief : description macroscopique et observation à la binoculaire
- Variations des états de surface sur la partie active (par exemple, présence de traces de ravivage) et enchaînement chronologique de ces différents états de surface
- Types d'altération des grains sur aspérités, anfractuosités et sur les éventuelles différentes zones d'usure
- Zones d'homogénéisation : présence/absence, caractérisation selon les critères définis plus avant
- Stries : présence/absence, localisation, direction(s), isolée/groupée, profonde/superficielle
- Lustre : localisation/étendue, intensité, opacité

#### *Interprétation*

- Fonctionnement : isolé/couple ; sens du travail ; indices de réemploi ou de ravivage
- Matière travaillée : minéral/autre ; contenant de la graisse ou non ; végétal / animal ; type ; utilisation d'adjuvant

La grille d'analyse du matériel archéologique peut être conçue en deux niveaux, un premier descriptif, un second interprétatif où l'on effectue un bilan des observations faites et des critères permettant d'établir le fonctionnement et la matière travaillée par l'outil. La détermination de la matière travaillée est conçue en plusieurs stades, les questions étant de plus en plus précises.

# **Chapitre IV : Analyses à forts grossissements**

## **1. Etude en microscopie optique aux microscopes à lumière transmise et incidente**

### **1.1 Objectifs : la question des micropolis**

L'étude des surfaces d'usure à faibles grossissements a établi la pertinence de cette échelle d'analyse pour déterminer le type de matière travaillé. Des convergences dans les caractéristiques des usures sont aussi constatées entre certaines matières. Des observations à plus forts grossissements pourraient permettre d'établir de nouveaux critères de caractérisation, des différenciations plus fines que celles permises par l'examen à la binoculaire. L'étude des surfaces aux microscopes à lumière transmise et incidente optique a été orientée vers la recherche de micro-poli d'utilisation. Ces formes d'usure sont considérées par un grand nombre de tracéologues comme les éléments les plus diagnostiques de la matière travaillée par l'outil. De telles traces ont été identifiées par Mansur (1997) et par Fullagar et Field (1997) sur du matériel de broyage ou d'abrasion/polissage.

#### **1.1.1. Définition**

Les micro-polis peuvent être définis à la suite de Plisson (1985b, p.15), qui préfère parler de "coalescence", comme des structures de surface lisse déterminées par la modification du micro-relief original, que celles-ci procèdent d'un enlèvement ou d'un apport de matière, provoqué par un processus physique ou chimique, naturel ou artificiel. Leur caractérisation optique repose généralement sur des attributs morphologiques observés le plus souvent au microscope métallographique (lumière incidente) à des grossissements allant de 100 à 400 X, occasionnellement au MEB. Par ailleurs, des systèmes de quantification, des caractérisations chimiques de ces traces d'usure ou encore la recherche de résidus associés ont aussi été développés. Notre recherche se limitera aux premiers types de caractérisation mentionnés. Outre la matière travaillée, différents paramètres vont influencer sur la formation des micro-polis d'usage, en particulier le matériau de l'outil. Nous ferons le point dans la section suivante sur les observations effectuées sur des outils tranchants en basalte.

## 1.1.2. Etudes appliquées aux outils "tranchants" en basalte

Les études de Plisson (1982, 1985) attestent du développement sur le basalte de micro-polis comparables à ceux observés sur le silex. Une variation de leurs caractéristiques est constatée entre les deux roches pour le travail d'une même matière d'œuvre. Elles sont conséquentes pour le travail de l'os puisque celui-ci ne semble pas laisser de traces marquées sur le basalte. L'étude de la collection de l'abri de Te Piha la Teta (Tahiti) révèle une altération importante du matériel pouvant provenir du fait que cette roche est très sensible au lessivage (1985, p.162). Mansur-Francomme constate aussi un développement variable des micro-polis en fonction des matières d'œuvre (1986, p.119). Rodríguez - Rodríguez (1993) décrit pour sa part la formation de polis marqués, perceptibles macroscopiquement, sur des outils en basalte ayant probablement été utilisés pour travailler le bois. Richards (1988, p.8) mentionne d'autres travaux s'étant intéressés au basalte, la plupart d'entre eux utilise des observations à faibles grossissements. Le référentiel expérimental constitué par l'auteur porte sur l'utilisation de différents types de basalte (l'auteur distingue les basaltes à grains grossiers des basaltes vitreux) pour le travail des plantes, du bois, de l'os, de bois animal, de la peau, pour des opérations de boucherie, ceci selon différents modes d'action et de traitements préalables des matières d'œuvre. Pour les basaltes non vitreux, l'auteur constate que les polis sont généralement présents mais que leur brillance et leur texture ne varie pas en fonction des matières travaillées (Richards, 1988, p.146). Il conclue donc à un potentiel limité des études tracéologiques sur ce type de roche.

L'apparente contradiction des données pourrait résulter de la diversité des types de basalte testés. Si l'on se réfère aux résultats obtenus pour le silex, il semble que les matières à grains grossiers soient moins propices au développement de micro-polis caractéristiques que les matières à grains fins. Nous retiendrons donc que ces différents travaux attestent de la formation de micro-polis au moins sur certains types de basalte. Par ailleurs, le développement de forme diagnostique varie en fonction de la matière travaillée.

## 1.1.3. Les moyens d'analyse

### 1.1.3.1. Caractérisation

Les systèmes de description des micro-polis sont abondants et paraissent propres à chaque analyste, mais ils se rejoignent sur de nombreux points. Ainsi, les attributs généralement retenus pour la caractérisation de ces formes d'usure sont : leur localisation et distribution sur la surface (parfois appelée structure, cette dernière variable permet en particulier de différencier les polis continus de ceux entrecoupés de zones non altérées), l'intensité de la brillance, la façon dont l'usure affecte la micro-topographie de la surface (régularisation plus ou moins importante), la présence de traces spécifiques (par exemple pour le travail des graminées, la plupart des auteurs mentionnent la présence de trous en forme de comète). Nous développerons ici le système de description présenté par Plisson (1985, p.15 à 21) car il nous a semblé l'un des mieux détaillés. Pour cet auteur, le micro-poli est caractérisé par :

- sa localisation sur la pièce révélant les points de contact entre l'outil et la matière ;
- son étendue sur la surface qui peut être plus au moins envahissante à partir de la partie active ;
- sa trame rendant compte de la combinaison des espaces coalescents et non coalescents au sein du poli, elle peut être lâche, moyenne, serrées ou unie ;
- son contour ou limite entre surface vierge et surface marquée (distinction de limites franches régulières, franches irrégulières, filandreuses et floues) ;
- sa luisance ;
- la morphologie de la coalescence qui, selon la façon dont le micro-poli affecte le grain de la roche et sa micro-topographie, peut être : fluide, douce ou dure. Les descriptions sont complétées par des caractères secondaires : lisse ou grenue pour les morphologies douces ; plate, bombée, ondulée, nappée pour les morphologies dures.

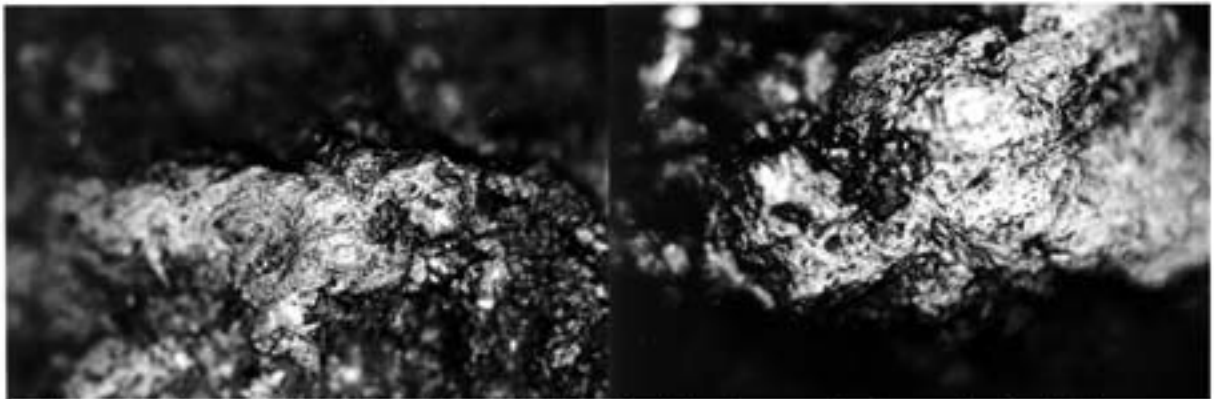
Ce système de description a été adapté pour l'étude des surfaces de nos outils expérimentaux. Une première observation générale est effectuée à des grossissements de 50 X de 100 X, afin de repérer la présence de zones de micro-poli. Les caractéristiques observées à ces échelles comprennent :

- rugosité de la surface : on différencie les surfaces présentant un lissage fort du micro-relief (rugosité fine) des surfaces granuleuses (rugosité moyenne) mais de faible amplitude, de celles sur lesquelles les cristaux de taille importante sont encore présents (rugosité forte). On note aussi les variations de ces caractères sur la surface ;
  - la présence/absence de micro-polis, c'est-à-dire de zones présentant une réflectivité différente du reste de la surface et une surface lisse indiquant une modification importante de la structure du micro-relief. Si de telles zones sont présentes, celles-ci sont caractérisées de la façon suivante :
- forme en plan : on distingue les morphologies en forme de plages ou de stries ;
  - les contours : net ou diffus ;
  - étendue sur la surface : on différencie les zones couvrant moins d'un tiers de la surface, la moitié, et les coalescences généralisées sur l'échantillon, on mesure aussi la taille moyenne des zones de coalescence ;
  - épaisseur ou répartition sur le micro-relief : on évalue l'amplitude de la coalescence qui est superficielle lorsque l'altération est développée uniquement sur les zones les plus élevées, couvrante lorsqu'elle recouvre les irrégularités du micro-relief sur les aspérités, envahissante lorsqu'elle se développe aussi dans les anfractuosités, aléatoire lorsque l'on observe de petites zones de coalescences non continues localisées sur les aspérités ainsi que dans les anfractuosités.

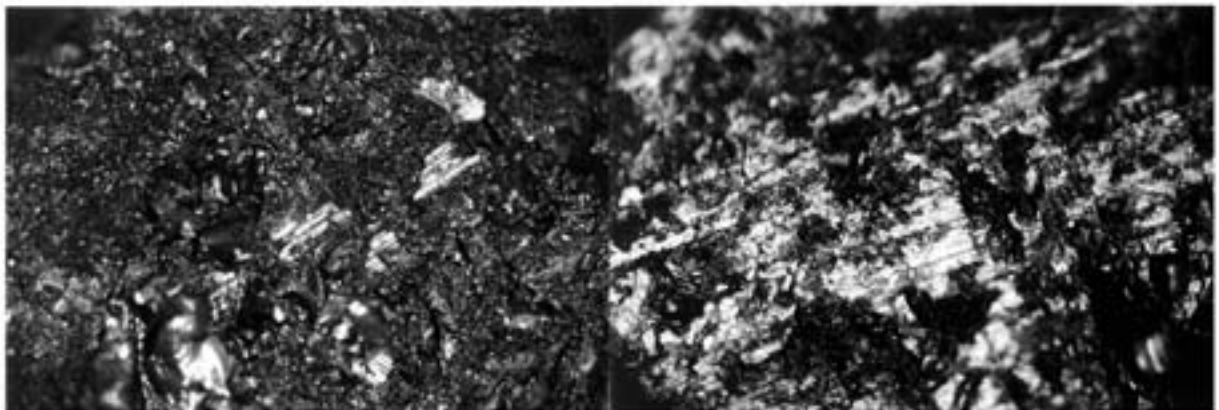
D'autres caractères sont observés à 200 et 500 X au sein de la coalescence, ils reprennent selon les critères de description présentés plus haut à savoir : trame, luisance (faible, moyenne et forte) et morphologie de la zone de coalescence. Les planches 38 et 39 présentent les critères utilisés pour décrire trame et morphologie des micro-polis.



## Planche 39



a. le travail du bois (X100 à gauche et X200 à droite) : trame unie et morphologie douce



b. le broyage de fève (X100 à gauche, X200 à droite) : trame serrée et morphologie dure



c. l'abrasion d'ocre (X100 à gauche et X200 à droite) : trame unie et morphologie dure

Planche 39 : caractérisation des micropolis d'utilisation, exemples de différentes trames et morphologies de coalescence observées sur le matériel expérimental.

## Planche 40

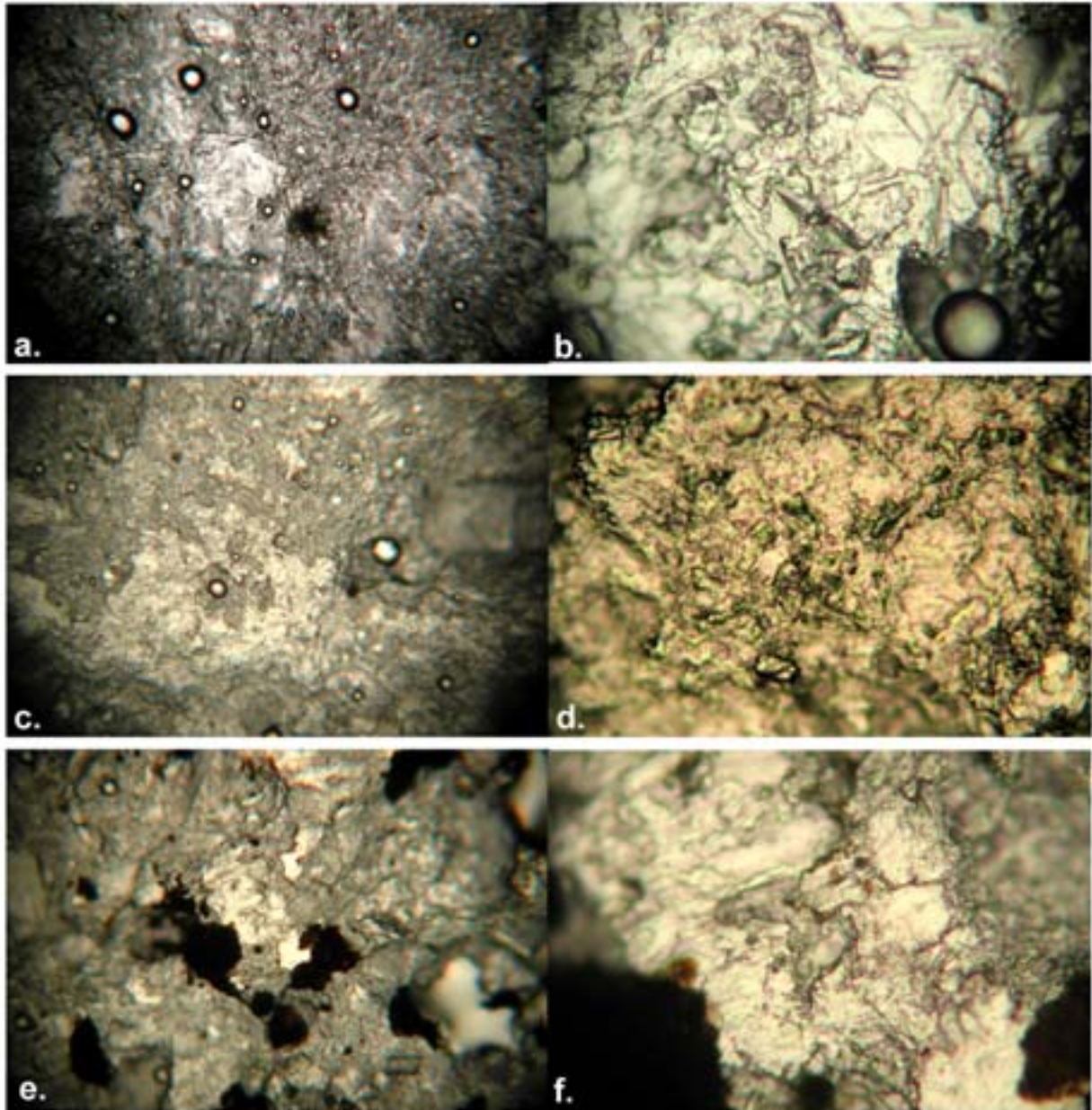


Planche 40, étude au microscope à lumière transmise, exemples de surfaces naturelles : Passif 1, surface naturelle : a. X20 ; b. X100 ; Bloc 5, surface naturelle : c. X20 ; d. X100 ; Bloc 6, surface naturelle : e. X20 ; f. X100.

### 1.1.3.2. Techniques d'observation

Les dimensions des pièces permettent rarement une observation directe des outils de broyage au microscope. Plusieurs types de silicone ainsi que des empreintes en acétate ont été testés afin de reproduire un échantillon des surfaces actives. Généralement, les négatifs ont été réalisés en élastomère dentaire (Provil L) et les positifs ont été ensuite tirés en résine (RBS). Nous avons testé et comparé des observations sur les négatifs eux-mêmes, sur des positifs semi-transparents, opaques (coloration de la résine avec des colorants en poudre ou liquides), et, pour certains cas uniquement, sur les pièces elles-mêmes. Deux microscopes à lumière incidente ont été employés : un Olympus BHM sur lequel nous avons testé des observations en fond clair et obscur ainsi qu'en contraste interférentiel, un microscope Leïca, tous deux permettant des grossissements à 50, 100, 200 et 500 X ; ainsi qu'un microscope à lumière transmise (Olympus, BH2).

### 1.1.3.3. Echantillonnage

Cette étude a pris en compte essentiellement les temps d'utilisation les plus longs pour chacune des expérimentations. Dans quelques cas, différents temps d'utilisation pour un même type de travail ont été comparés. Chaque empreinte représente un échantillon de la surface active choisi dans une zone d'usure prononcée repérée à faibles grossissements. Pour certains cas, différentes zones de la surface active sur lesquelles l'usure apparaissait plus ou moins développée ont été répliquées, afin de les comparer.

## 1.2. Résultats

Dans l'ensemble des techniques de réplique des surfaces testées, les empreintes en silicone Provil L et en film d'acétate se sont révélées être de meilleure qualité. Elles permettent, comme ceci a pu être constaté pour le silex et d'autres matériaux, une reproduction précise de l'état de surface. Dans les deux cas nous perdons néanmoins en partie l'amplitude du relief, les produits ne pénétrant pas dans les anfractuosités les plus profondes. L'utilisation d'empreintes en silicone est problématique pour les objets en basalte car elle laisse une tâche de graisse sur la surface. Plusieurs types de solvant ont été essayés et aucun n'a permis d'éliminer la trace. Ainsi, pour l'étude du matériel archéologique, l'utilisation d'acétate est recommandée. Cette technique d'empreinte n'a été testée que trop tardivement et nous avons par ailleurs rencontré des difficultés pour nous procurer ce produit. Nous avons donc essentiellement fonctionné avec du Provil L, l'échantillon d'empreintes effectuées sur le matériel archéologique ne pouvait être que réduit étant donné les inconvénients que présente ce produit.

Les observations effectuées sur les différents types d'empreintes et de positifs montrent que les zones de coalescence apparaissent particulièrement évidentes en lumière transmise (non polarisée), nous précisons que ces observations ne peuvent être effectuées que sur positifs semi-transparents. Ce procédé nous est apparu moins pertinent pour la caractérisation des micro-polis telle qu'elle est réalisée en tracéologie, il semble que les observations soient gênées par une perte de profondeur de champ et un rendu moins précis de leur texture aux

plus forts grossissements. En lumière incidente, les meilleures conditions d'observation sont obtenues en fond clair sans contraste interférentiel. Les empreintes opaques semblent plus adaptées pour ce type d'observation mais les supports semi-transparents, qui constituent l'essentiel de notre échantillon, restent très lisibles.

Nous présenterons dans un premier temps les résultats de l'étude au microscope à lumière transmise. Nous détaillerons plus particulièrement ensuite l'étude en lumière incidente à partir de laquelle nous avons caractérisé et comparé les usures. Comme pour les observations à faibles grossissements, les surfaces naturelles ainsi que les séries expérimentales n°1 et 2 (pierre contre pierre et surfaces mises en forme) servent de référence pour établir le rôle de la matière intercalée dans les modifications du micro-relief observées.

### 1.2.1. Microscope à lumière transmise

L'étude permet d'avancer les conclusions suivantes : de petites zones de coalescence sont observées sur les surfaces naturelles (Planche 40), elles apparaissent moins fréquentes et moins marquées sur les pièces égrisées (Planche 41, a. à d.). Ces surfaces présentent néanmoins une réflectivité diffuse. Lorsque l'on intercale une matière entre les deux pierres, le développement de zones de coalescence est variable et n'apparaît conséquent que dans quelques cas. Par rapport à des surfaces naturelles ou égrisées, elles sont plus marquées pour le travail de l'ocre, à un grossissement de cent, elles apparaissent discontinues et très superficielles (Planche 41, e. et f.). Les mêmes observations peuvent être faites pour le blé et l'orge. Par contre, pour le broyage de légumineuses (Planche 41, a. à d.), nous pouvons considérer que de telles traces sont absentes. Elles sont marquées en définitive essentiellement lors du broyage de matière d'œuvre contenant de la graisse (Planche 41, e. et f. ; Planche 42 et 43), ceci à l'exception notable du broyage de la viande.

Le développement de ces zones est beaucoup plus important sur les outils travaillant de façon isolée (Planche 45 et 46). Il semble que l'on retrouve sur les meules et molettes une sorte de "bruit de fond" créé par le contact abrasif des deux surfaces en pierre. La plupart des parties actives montrent des surfaces régularisées, granuleuses et peu réfléchives caractérisant un contact très abrasif que l'on retrouve sur les pièces utilisées en abrasion pierre contre pierre. Pour les abraseurs / polissoirs, les zones de coalescence sont observées de façon systématique, elles sont en général plus étendues et épaisses que celles produites lors du broyage.

Nous constatons donc un développement significatif de micro-poli pour les outils utilisés seuls ainsi que pour le broyage de matériaux contenant des "lubrifiants" comme la noix, le poisson, les glands frais. On observe certaines similitudes dans la morphologie de ces zones par exemple pour l'abrasion de matières dures (coquillage et ocre), mais plus généralement des différences dans leur étendue, leur répartition ainsi que leur texture. L'hypothèse d'une variation significative des micro-polis en fonction des matières travaillées devait donc être testée. Pour effectuer cette recherche, comme nous l'avons précisé en introduction, il nous a semblé plus approprié de travailler en lumière incidente.

## Planche 41

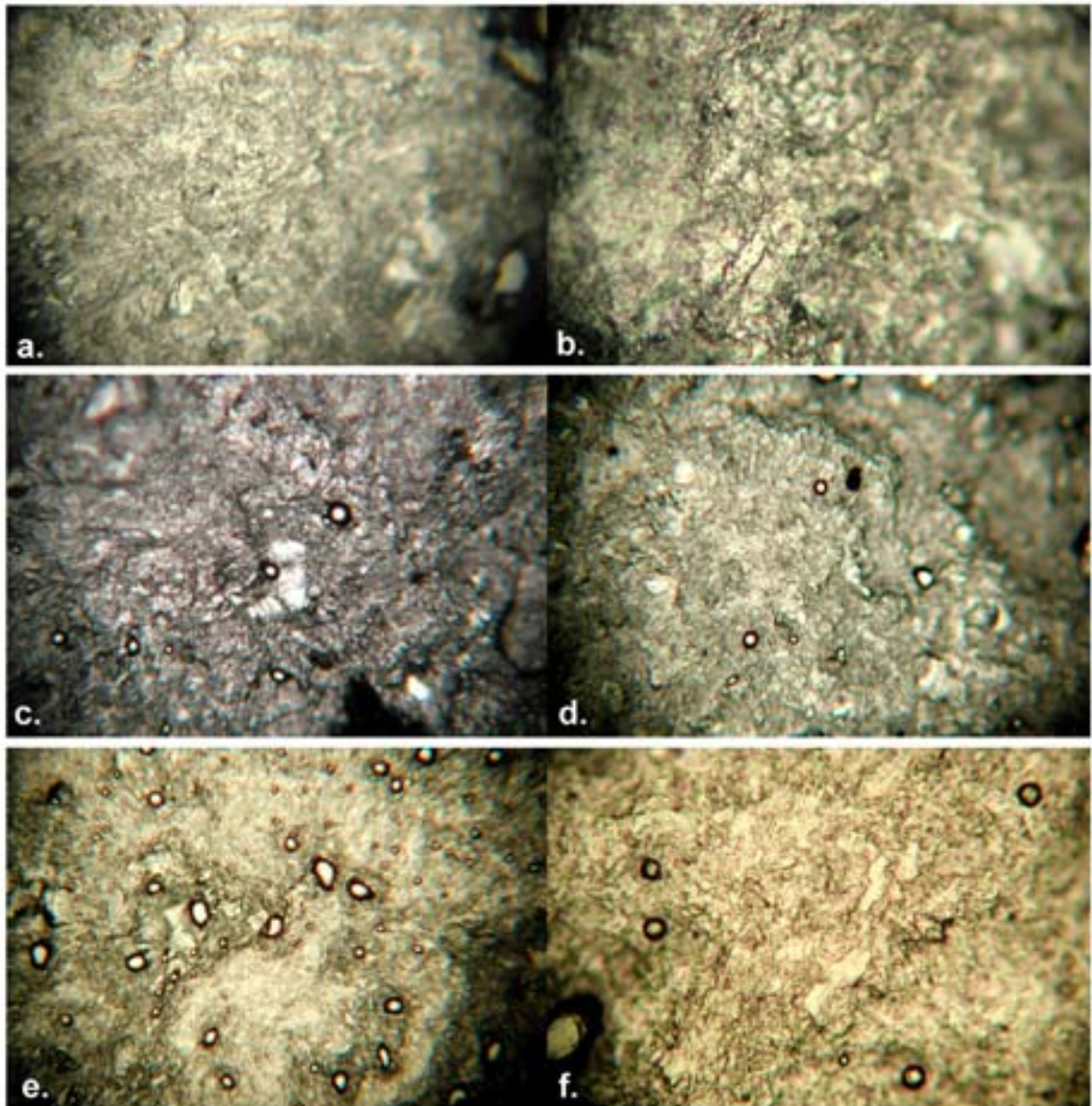


Planche 41, étude au microscope à lumière transmise, travail d'égrisage et broyage de l'ocre : Travail d'abrasion sur bloc 5 (une heure d'utilisation) a. X20 ; b. X100 ; Surface piquetée, passif 2, c. X 20 ; surface piquetée et abraseé, passif 2, d. X20 ; Broyage de l'ocre (percuteur actif, trois heures trente d'utilisation) : e. X20 ; f. X100.

## Planche 42

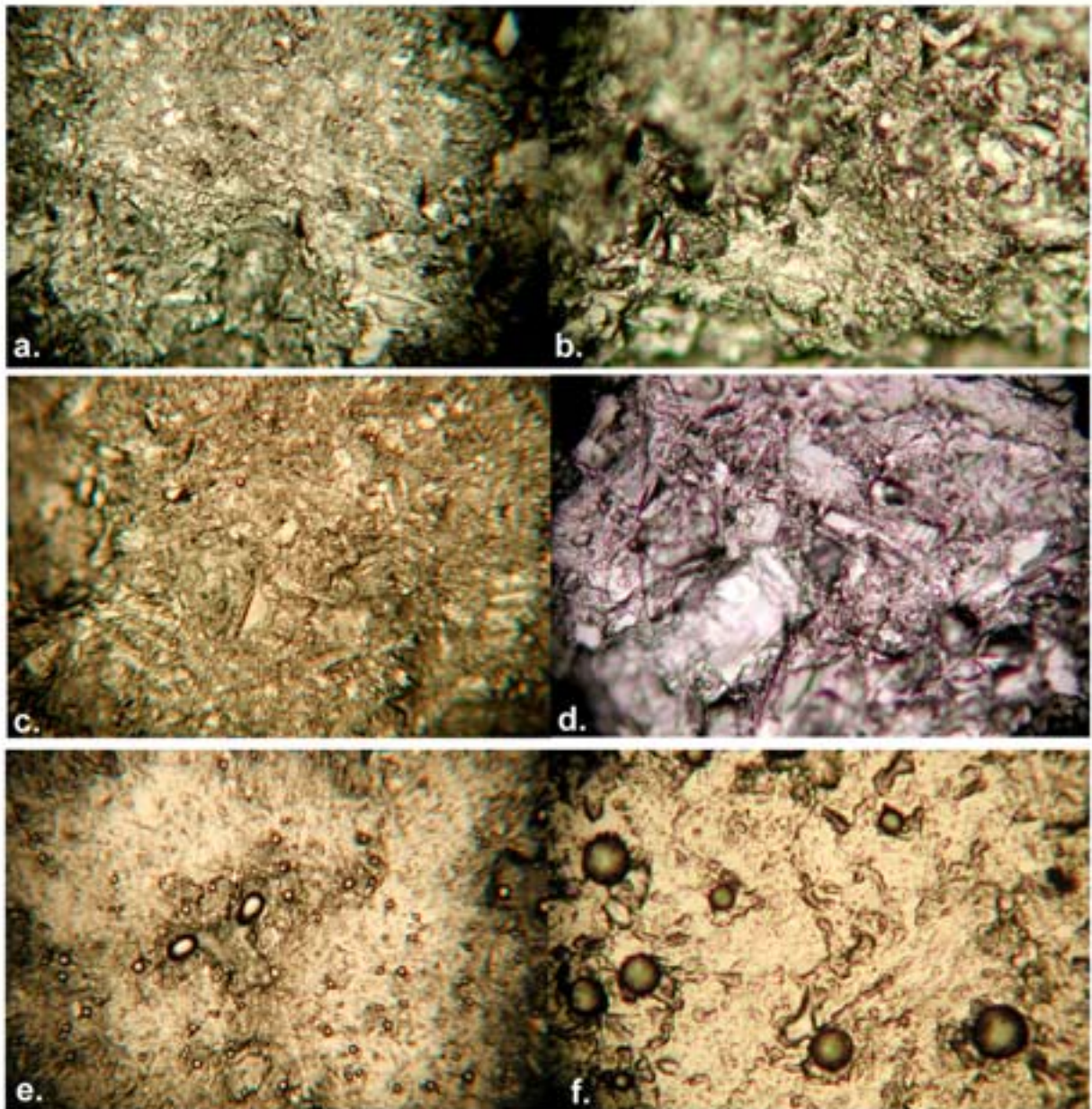


Planche 42, étude au microscope à lumière transmise, broyage de fèves, de fénugrec et de graines de moutarde : broyage de fèves (percuteur actif, cinq heures trente d'utilisation) : a. X20 ; b. X100 ; broyage de fénugrec (percuteur actif, cinq heures trente d'utilisation) : c. X20 ; d. X100 ; broyage de graines de moutarde (percuteur actif, cinq heures trente d'utilisation) : e. X20 ; f. X100.

## Planche 43

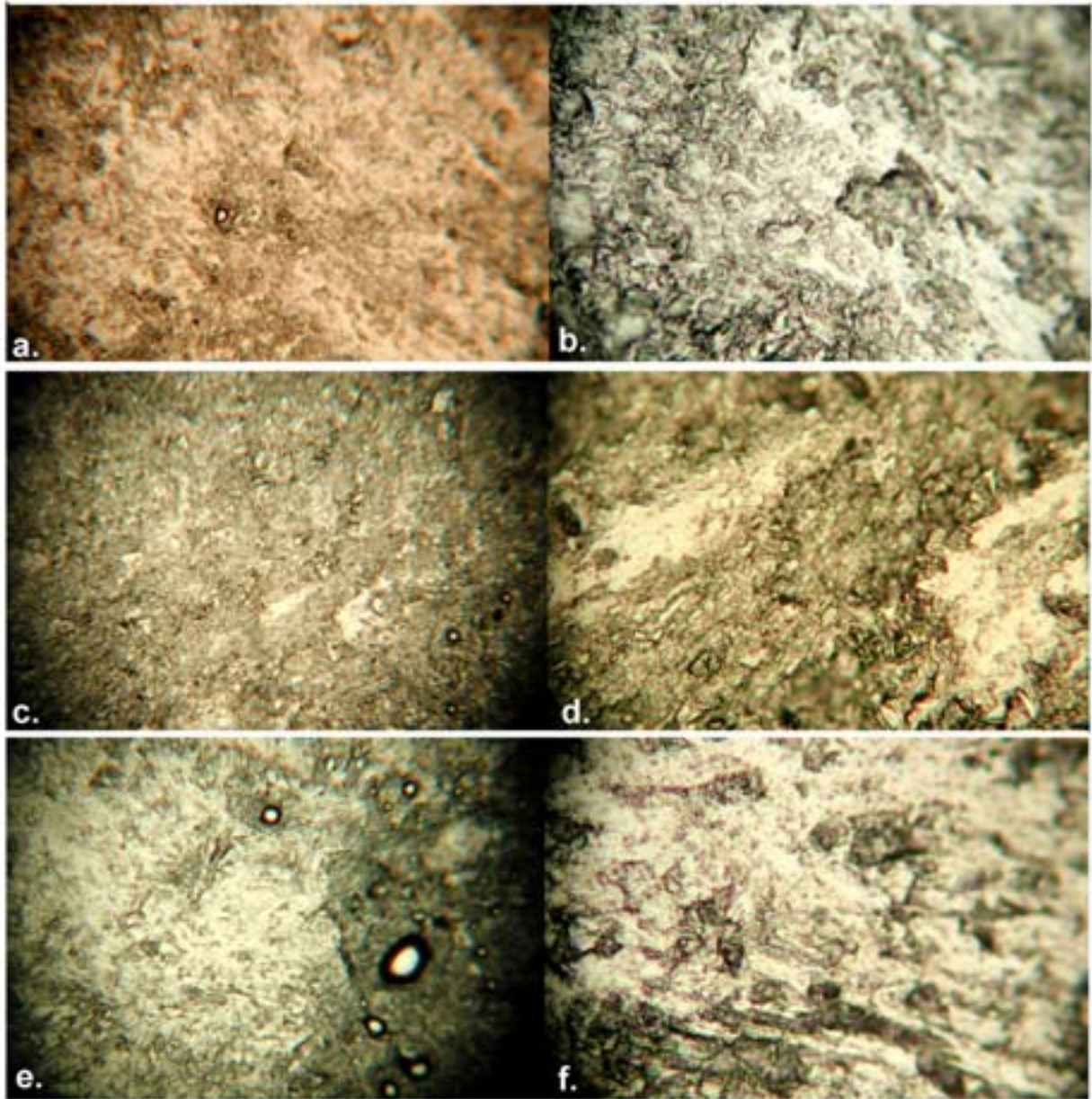


Planche 43, étude au microscope à lumière transmise , broyage de glands et de noix :  
broyage de glands frais (percuteur actif, trois heures trente d'utilisation) : a. X20 ;  
b. X100 ; broyage de glands séchés (percuteur actif, cinq heures trente d'utilisation) :  
c. X20 ; d. X100 ; broyage de noix : e. X20 et f. X100

## Planche 44

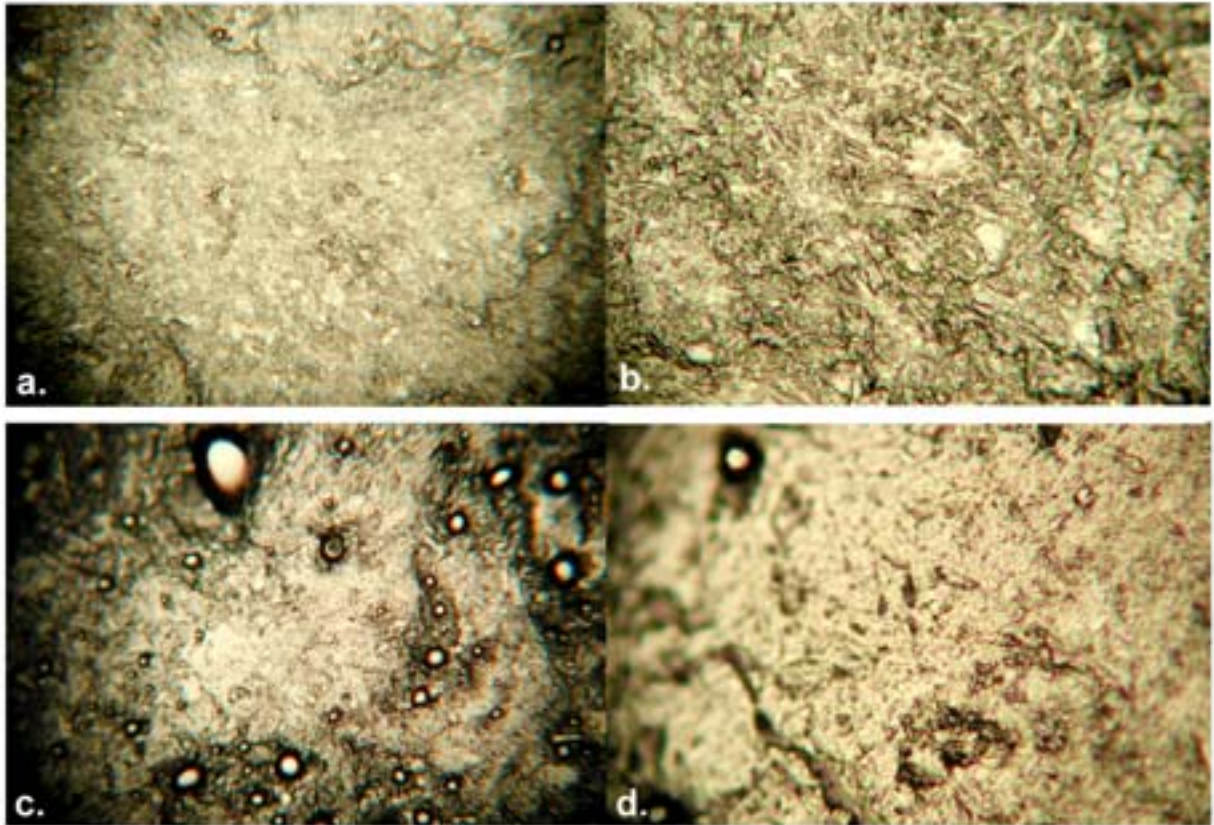


Planche 44, étude au microscope à lumière transmise : Broyage de viande (percuteur actif, cinq heures trente d'utilisation) : a. X20 ; b. X100 ; Broyage de dorade (percuteur actif, cinq heures trente d'utilisation) : c. X20 ; d. X100.



## Planche 45

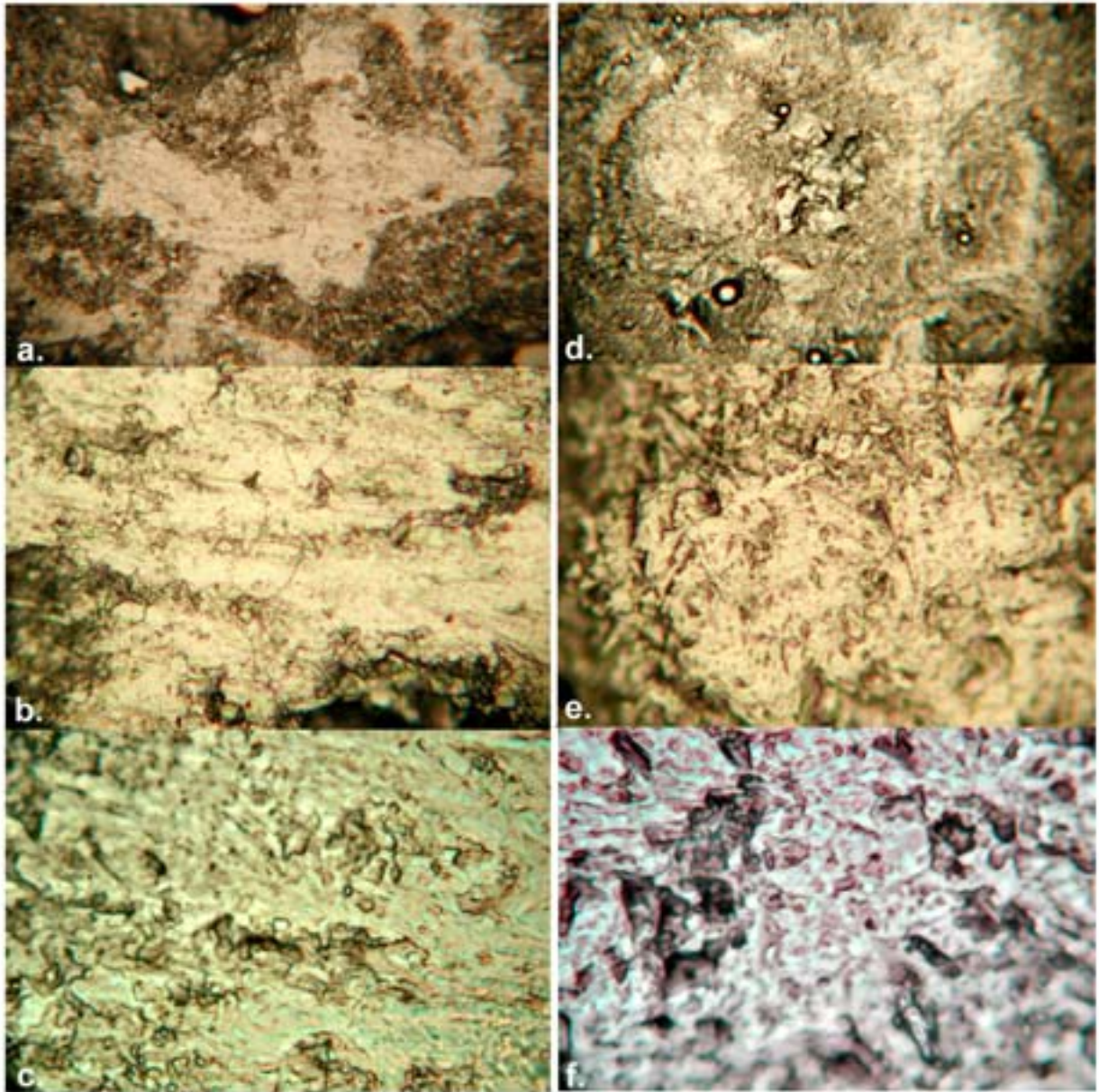
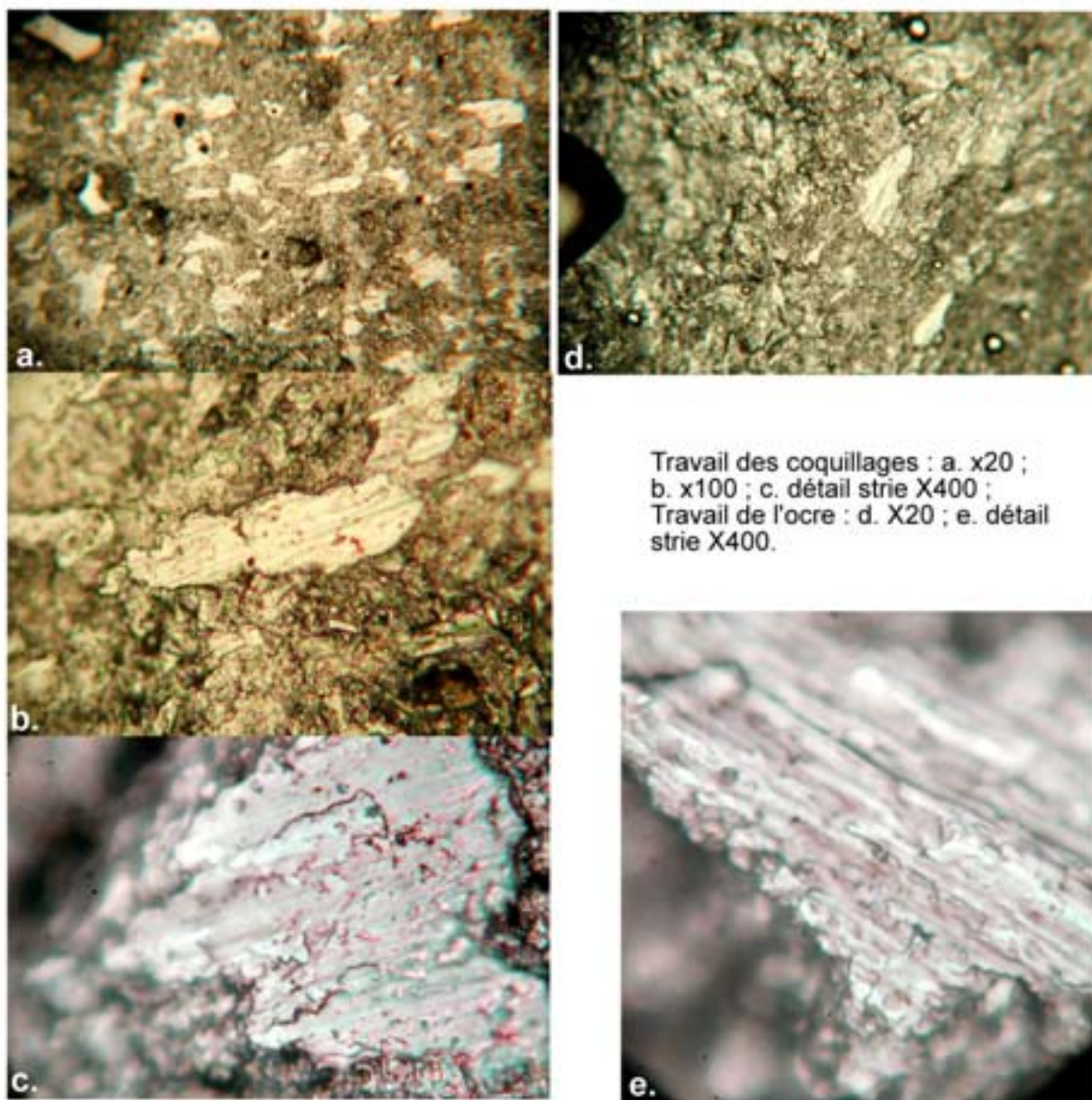


Planche 45, étude au microscope à lumière transmise : travail de l'os : a. X20 ; b. zone de coalescence X100 ; c. même zone X400 ; travail du bois : d. X20 ; e. zone de coalescence X100 ; f. même zone X400.

## Planche 46



Travail des coquillages : a. x20 ;  
b. x100 ; c. détail strie X400 ;  
Travail de l'ocre : d. X20 ; e. détail  
strie X400.

Planche 46 : étude au microscope à lumière transmise, travail des coquillages et de l'ocre

## 1.2.2. Microscope à lumière incidente

### 1.2.2.1. Caractérisation des états de surface

Nous présentons dans la partie suivante les résultats de l'observation des échantillons sous forme de tableau reprenant les caractères descriptifs présentés. Une synthèse et discussion sont proposées en conclusion.

### 1.2.2.2. Analyse comparée

Les conclusions des études en lumière incidente rejoignent globalement celles effectuées en lumière transmise quant au développement différentiel de micro-poli. Il semble que le premier type d'analyse permette de repérer des altérations plus discrètes qui n'apparaissent pas évidentes en lumière transmise. Ceci concerne généralement des usures entraînant une modification peu importante du micro-relief, et pour lesquelles nous n'observons pas pleinement la formation de structure lisse. Cependant, dans le cas du broyage de la viande (Planche 48, b), le développement de micro-poli apparaît net contrairement à ce qui a été observé en lumière transmise.

En lumière incidente, les surfaces naturelles présentent généralement une rugosité forte, une amplitude de relief importante. On note la présence de zones de réflectivité marquée correspondant soit à des plans de fracture de cristaux soit à des petites plages de coalescence en général très peu étendues et peu nombreuses. Ces zones ne sont pas observées sur tous les échantillons analysés, leur développement connaît une amplitude forte, elles sont caractérisées par une trame serrée, une morphologie fluide à douce grenue.

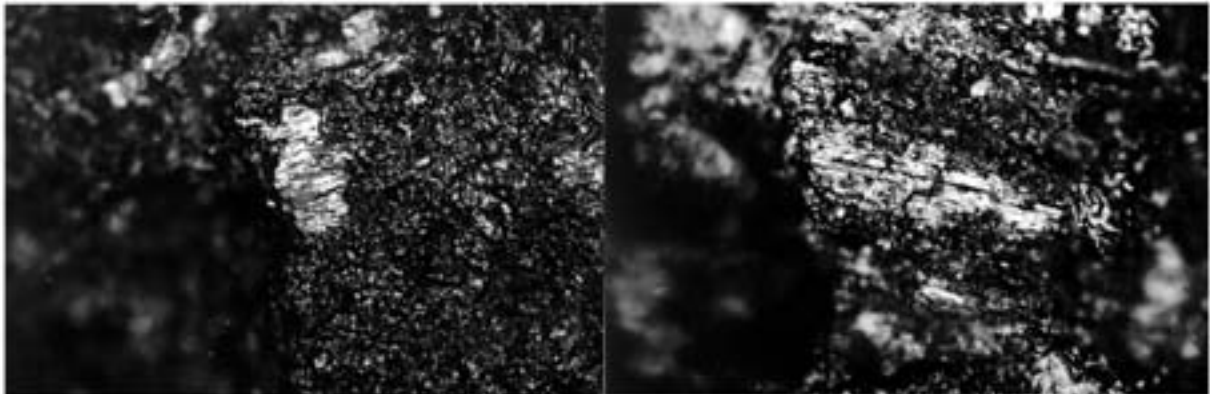
Les surfaces égrisées présentent sur les aspérités une rugosité moyenne, moins importante que celle des surfaces naturelles, les états de surfaces sont granuleux et généralement mates (Planche 47, b, à gauche). Les zones de coalescences sont associées au développement de stries, plus ou moins important selon les blocs, ces stries sont longues, fortement réfléchives et à fond lisse (Planche 47, b, à droite).

Les états de surfaces bouchardés sont proches de ceux des surfaces naturelles, on note sur certains objets des "marques de coup", plages de coalescence striées (Planche 47, a). Pour les outils fonctionnant en couple, des états de surfaces de type égrisage mais présentant une réflectivité plus marquée sont généralement observés. Dans la plupart des cas, les zones de coalescence apparaissent superficielles, peu épaisses, les morphologies fluides dominant (Planche 48). Ainsi, si la surface est plus réfléchive, le développement de zone lisse indiquant une modification importante du micro-relief de la surface est très limité, ces zones s'observent le plus souvent sur des plaques striées (Planche 48, b et 47, c).

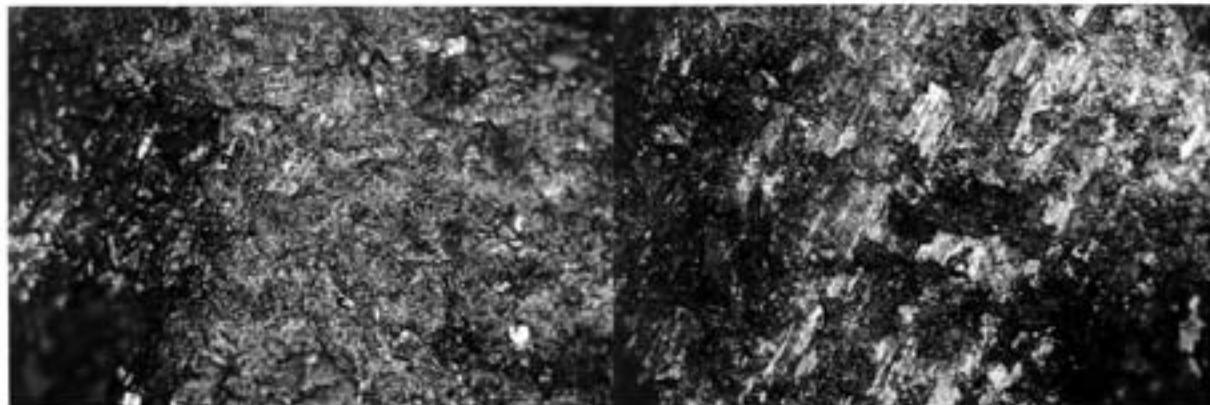
Echantillon	Rugosité	P/A de zones à réflectivité différentielle, de micro-poli et description à 50 et 100 X	Trame	Luisance	Morphologie	Variations au sein de l'échantillon
Surfaces naturelles : bloc 3, 4, 5, 6, 1 et passif 6	généralement forte, variable selon les blocs	peu fréquentes, plans de clivages ou de zones de poli petite taille, développement inférieur au tiers de la surface, distribution aléatoire	unie	faible	douce à dure grenue	non observé sur toutes les surfaces
Surfaces égriséées : bloc 6 et 4 à 10 mn et 1h ; sillon IV, V et III à 10 mn et 1 heure (Planche 47, b)	moyenne sur aspérités, aspect mat et granuleux différent de celui des anfractuosités	zone de réflectivité de type stries peu larges et groupées, aux contours nets, étendue variable, distribution superficielle	unie	forte	fluide à dure sur stries	stries plus abondantes sur les percuteurs passifs, plus développées pour la zone égrisée avec du grès
Bouchardage : actif 1, passif 3 (Planche 47, a)	forte	proches des surfaces naturelles et "marques de coups" de forme rectangulaire, petite taille, étendue inférieure au tiers, distribution aléatoire.	unie	moyenne	striée, dure ondulée	ne s'observe pas sur tous les objets
Broyage ocre : actif 2, 3h30	moyenne	plaques avec aspect de surface égrisée généralisé mais présentant une réflectivité plus marquée, étendue supérieure à la moitié de la surface, répartition superficielle, contours diffus	serrée	faible	fluide	
Broyage de blé : actif 1 et passif 1 à 3h et 5h30	forte à moyenne, plage de type surface égrisée sur aspérités	plaques de luisance plus marquée observées sur l'actif de petites dimensions (long max. 0.6 mm), étendue inférieure au tiers de la surface, distribution superficielle, contours diffus	lâche à serrée	moyenne à forte	fluide à douce striée	état de surface différent entre actif et passif

tableau 26 : caractérisation des micro-polis observés sur un échantillon du référentiel expérimental.

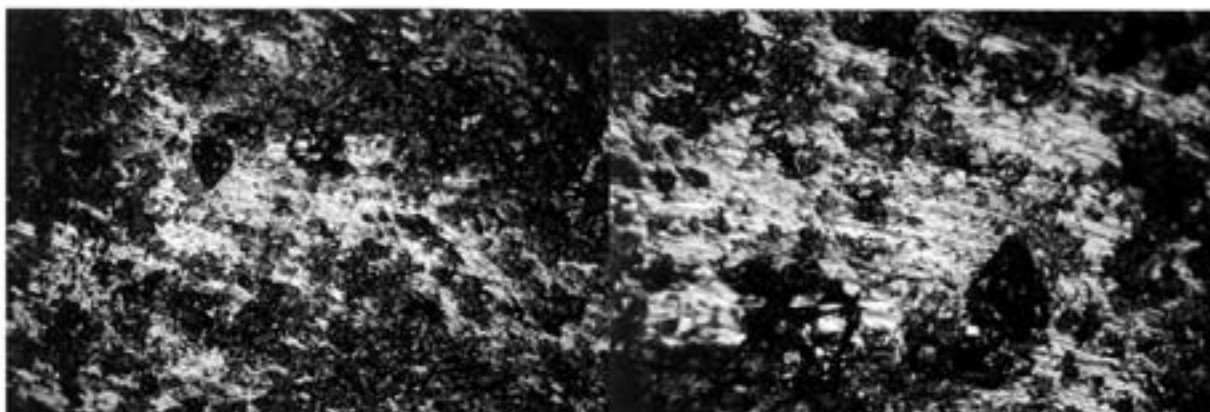
## Planche 47



a. le travail de piquetage, "marques de coups" à gauche sur passif 4 X100 ; à gauche sur actif 1 X200.



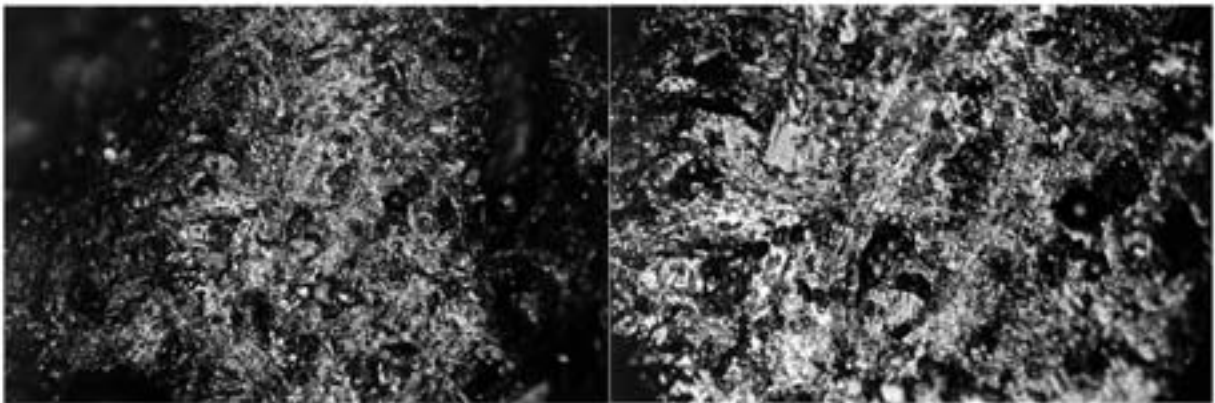
b. le travail d'égrisage (1 heure), à droite sur le sillon III X100 ; à gauche sur le sillon I égrisé avec une pièce de grès X100.



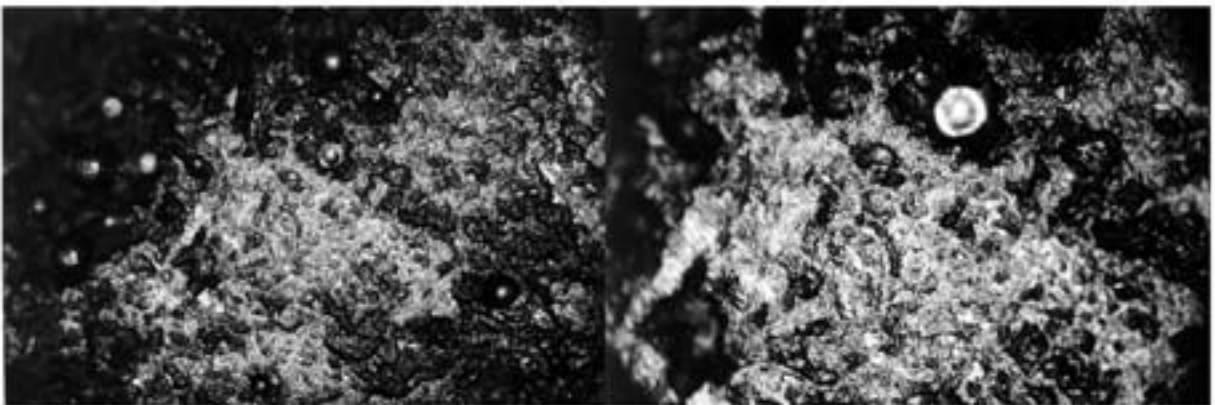
c. le broyage de glands frais (3h30), sur passif 4 à gauche X100 et à droite X200

Planche 47 : étude au microscope à lumière incidente

## Planche 48



a. broyage de moutarde (sur actif 5, 5h30 d'utilisation) à gauche X100, droite X200



b. le broyage de viande (sur actif 8, 5h30 d'utilisation) : à gauche X100, à droite X200



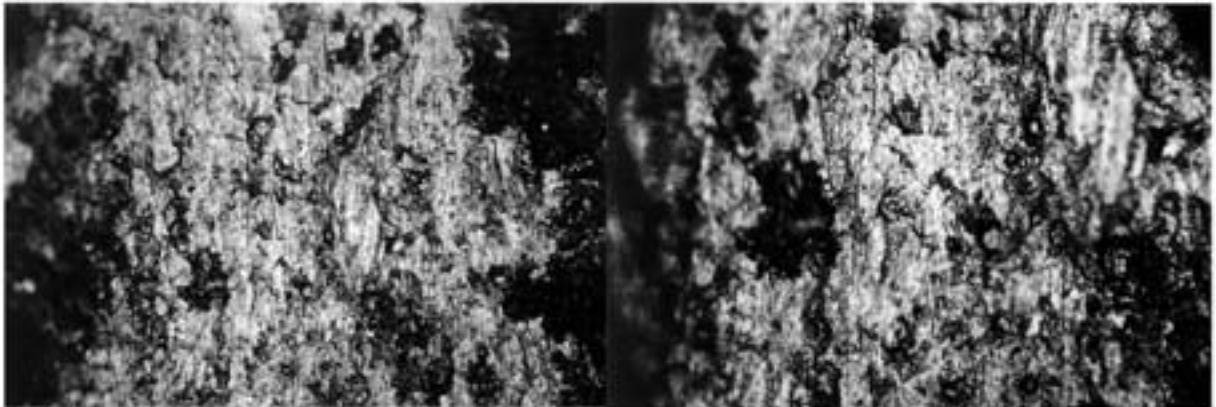
c. le broyage d'orge (sur passif 2, 2h d'utilisation) à gauche X100 et à droite X200

Planche 48 : étude au microscope à lumière incidente, le broyage de viande, de moutarde et d'orge

## Planche 49



a. le nettoyage de la peau sans eau, sur la zone non bouchardée, à gauche X 100, à droite X200



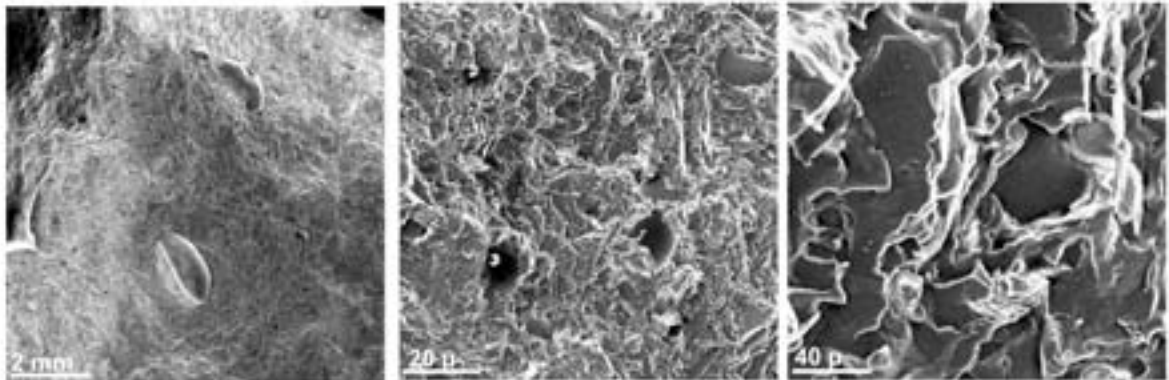
b. l'abrasion d'os sec (2 h), sur la zone non bouchardée à gauche X100, à droite X200



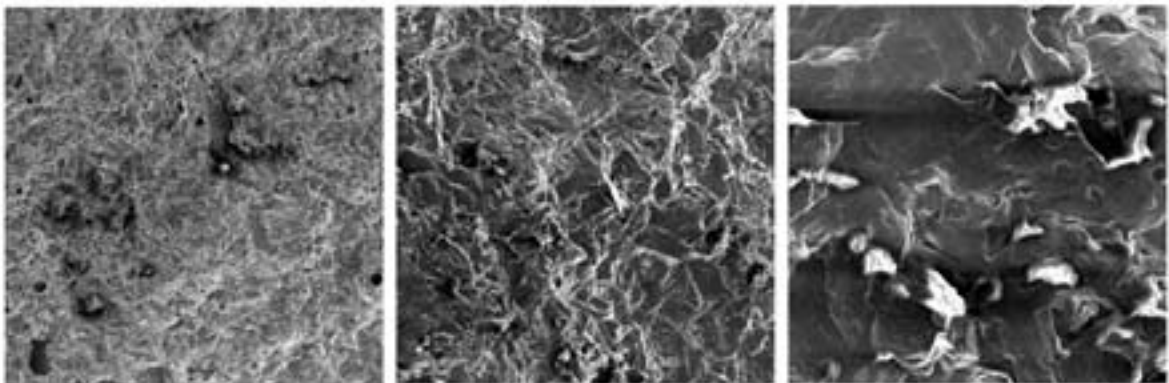
c. le travail des coquillages (3h30), à gauche X100 et à droite X200

Planche 49 : étude au microscope à lumière incidente, le nettoyage de la peau, l'abrasion d'os sec et le travail des coquillages.

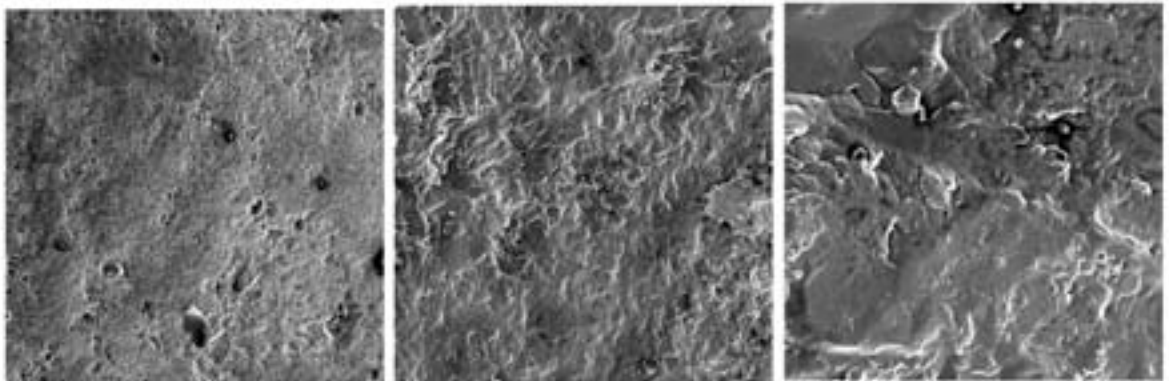
## Planche 50



a. surface naturelle (bloc 3)



b. surface piquetée (passif 1, piquetage 30 mn)



c. surface égrisée (bloc passif, sillon 3, 1 heure d'égrisage)

Planche 50 : étude au MEB, surfaces naturelle, piquetée et égrisée



Echantillon	Rugosité	P/A de zones à réflectivité différentielle, de micro-poli et description à 50 et 100 X	Trame	Luisance	Morphologie	Variations au sein de l'échantillon
Broyage d'orge : actif 2, zones piquetées et piquetées/abrasée, passif 2 à 2h (Planche 48, c)	forte à moyenne, plage de type surface égrisé sur aspérités	petites zones de réflectivité plus marquée de 0.2 mm de long max sur l'actif (plaques) ; plages striées sur passif d'une long. sup. à 1mm. Etendue inférieure au tiers et distribution superficielle pour les deux types. plages striées aux contours diffus, nets pour plaques.	serrée	moyenne	plaques : fluide à douce lisse plages striées : fluide à douce lisse sur les stries	pas de zones de coalescence marquées sur la partie de l'actif travaillée par piquetage et abrasion, forte variabilité entre actif et passif
Broyage de fénugrec : passif 9 et actif 7 à 30 mn et 5h30	forte avec petite zone de type égrisé	présence de plaques striées discontinues de plus d'1 mm de long, sur plus de la moitié de la surface, très superficielles, contours nets	lâche à unie sur stries	moyenne à forte sur stries	fluide, sur les stries : douce lisse à dure bombée	plaques striées observées sur le percuteur passif et non sur l'actif (l'aspect égrisé domine)
Broyage de fève : passif 11 et actif 7 à 5h30	forte	plages de stries groupées parallèles, (long max 0.1 mm) aux contours nets, étendue inf. au tiers de la surface, répartition superficielle	lâche à unie sur stries	forte	dure plate, striées	observées uniquement sur le passif, texture granuleuse rugosité forte à moyenne sur actif
Broyage de noix : passif 3 et actif 2 à 3h30, 2h et 1h	faible, aspect égrisé domine	plaques de réflectivité variable faible à forte, généralisées sur surface aux contours diffus, couvrante avec stries longues isolées et groupées larges.	serrée	faible à forte	fluide à douce sur de petites zones (long inf à 0.05 mm)	zones de coalescence moins marquées sur l'actif, aspect égrisé gras dominant
Broyage de glands frais : passif 4 et actif 1 à 3h30 (Planche 47, c)	forte	plaques striées long. max 0.1 mm, couvrant le tiers parfois plus de la surface, répartition superficielle, contours nets	serrée à unie sur stries	forte sur stries	fluide à dure ondulée sur stries	stries moins développées sur l'actif

tableau 27 : caractérisation des micro-polis observés sur un échantillon du référentiel expérimental (suite).

Echantillon	Rugosité	P/A de zones à réflectivité différentielle, de micro-poli et description à 50 et 100 X	Trame	Luisance	Morphologie	Variations au sein de l'échantillon
Broyage de glands séchés : passif 6 et actif 6 à 1h et 5h30	fine	réflectivité diffuse avec stries isolées ou développées en plaques, étendue sup. à la moitié de la surface, superficielles, contours diffus	serrée à unie	moyenne	fluide à dure bombée sur stries	pas de stries sur l'actif, différences importantes par rapport au passif
Broyage de moutarde : passif 8 et actif 5 à 5h30 (Planche 48, a)	faible, aspect égrisé gras dominant	réflectivité diffuse, plaques de coalescence marquée sur l'actif quasie-généralisées sur la surface, parfois striées, superficielles aux contours diffus. Stries longues (long sup 1mm) étroites et profondes groupées parallèles	serrée	moyenne	fluide à douce lisse	sur le percuteur passif, l'état de surface est proche de celui décrit pour le travail des noix
Broyage de poisson : dorade à 5h30, poisson chat à 2h	moyenne	plages diffuses de réflectivité variable développées sur plus de la moitié de la surface, couvrantes, aux contours flous	serrée	moyenne	fluide à douce lisse	développement variable des zones de coalescence
Broyage de viande : passif 7 et actif 8 à 5h30 (Planche 48, b)	moyenne, aspect égrisé gras	réflectivité variable des surfaces, marquée sur l'actif sur plaques, étendue inf. au tiers de la surface, superficielles, contours nets	serrée	moyenne	fluide à douce lisse	forte variation entre actif et passif
Peau sans eau : zone bouchardée et non à 3h30 (Planche 49, a)	forte	granulométrie moyenne associée avec une réflectivité plus forte formant des plaques allongées de 0.2 à plus d'1 mm de long couvrant plus de la moitié de la surface, envahissantes, contours diffus	unie	moyenne à forte	fluide à douce lisse, striées	les zones de coalescence sont moins étendues sur la zone bouchardée

tableau 28 : caractérisation des micro-polis observés sur un échantillon du référentiel expérimental (suite).

Par ailleurs, on constate une forte variabilité entre percuteur actif et passif. Si l'on retrouve des différences importantes entre les matières contenant des graisses et les autres, parfois entre les différents types de matières travaillées au sein de chaque catégorie générale, il est difficile, de par le faible développement des zones de coalescence et la forte variabilité constatée entre percuteur actif et passif, de dégager une cohérence dans les variations observées.

Comme nous l'avons précédemment constaté, les micro-polis apparaissent plus développés pour les outils fonctionnant sans répercutant associé. Les coalescences sont généralement associées à des zones de granulométrie plus fine, elles se développent préférentiellement sur les aspérités mais connaissent une amplitude importante, elles sont en général très étendues sur la surface de l'échantillon. Pour les matières les plus dures (os, ocre et coquillage), elles présentent des stries marquées ou une forme générale de strie (Planche 48 c et 49, b et c). Les micro-polis observés pour le travail de l'ocre et des coquillages possèdent de nombreuses caractéristiques communes mais peuvent être différenciés en fonction des formes en plan, des dimensions et de la texture de la coalescence qui apparaît plus lisse pour les coquillages. Pour le reste, les morphologies des coalescences apparaissent bien distinctes.

### **1.2.3. Synthèse et discussion**

En l'état actuel de la recherche, il apparaît difficile de caractériser les matières travaillées en fonction des micro-polis observés sur les surfaces des échantillons. Ceci plus particulièrement pour les outils fonctionnant en couple. Les micro-polis apparaissent plus développés et plus différenciés sur les abraseurs, polissoirs, cependant, des expérimentations supplémentaires sont nécessaires afin de mieux appréhender la variabilité des coalescences pour une même matière travaillée. Pour les outils de type meule et molette, une caractérisation des modes d'utilisation réclame peut être l'établissement d'une typologie détaillée des morphologies des stries et des coalescences associées, leur développement est en effet fréquent. Généralement, les stries apparaissent beaucoup plus nettes que lors de l'observation à faibles grossissements. Cette analyse préliminaire souligne ainsi l'apport des observations au microscope pour la caractérisation des gestes d'utilisation.

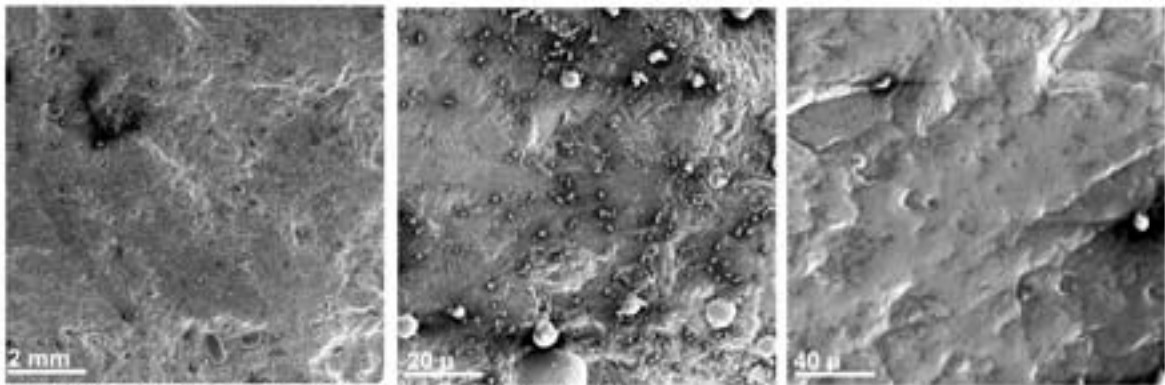
## **2. Etude préliminaire d'un échantillon au microscope à balayage électronique (MEB)**

Selon Kimball *et al.* (1998), les observations au MEB ont été généralement utilisées en tracéologie pour rechercher des résidus adhérant aux surfaces ou participant à la formation des micro-polis (*e.g.* Anderson, 1980 ; Anderson-Gerfaud, 1981 ; Unger-Hamilton, 1984). Elles ont été plus particulièrement employées afin de tester ou de proposer différentes théories concernant les processus de formation des micro-polis (*e.g.* Anderson, 1980 ; Anderson-Gerfaud, 1981 ; Meeks *et al.*, 1982 ; Unger-Hamilton, 1984). Certaines études ont aussi débouché sur la détermination de caractéristiques des traces d'utilisation (*e.g.* Keeley, 1977 ;

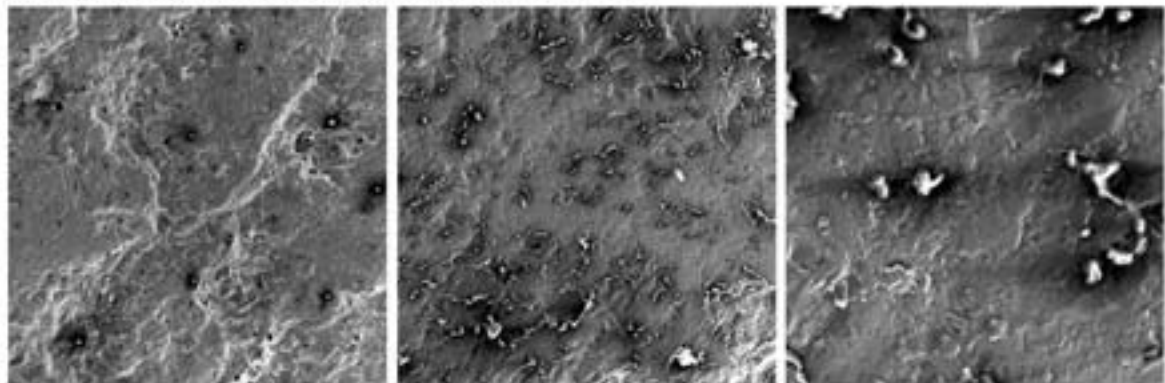
Echantillon	Rugosité	P/A de zones à réflectivité différentielle, de micro-poli et description à 50 et 100 X	Trame	Luisance	Morphologie	Variations au sein de l'échantillon
Peau avec eau : zones bouchardée et non à 3h30	forte et moyenne	petites zones de granulométrie plus fine et légèrement plus réfléchives, petites zones de coalescence marquées (max 0.1 mm de long)	unie	moyenne à forte	douce lisse	
Travail du bois à 5h30	forte et moyenne	zones de granulométrie moyenne associées à une réflectivité plus forte, plaque allongée (max 1 mm) développées sur moins de la moitié de la surface, envahissante, contours nets à diffus	unie	forte	douce lisse avec petits trous	
Travail de l'os : os sec zone bouchardée et non à 3h30 (Planche 49, b)	forte et moyenne	zones de granulométrie moyenne associées à une réflectivité plus forte, plaques allongées (long max sup à 1 cm) très réfléchives et striées, développées sur plus de la moitié de la surface, couvrantes à contours nets	unie	forte	fluide à dure granuleuse avec stries à fond lisse	zones de micro-poli moins étendues sur la partie bouchardée
Abrasion d'ocre	forte et moyenne	zones de granulométrie moyenne associées à une réflectivité plus forte, plaques striées très luisantes d'une long. moy. de 0.5mm, développement inf à la moitié de la surface, superficielles, aux contours nets	unie	forte	dure plate avec stries fines	
Abrasion de coquillage (Planche 49, c)	forte	zones de granulométrie moyenne associées à une réflectivité plus forte, plaques striées entre 0.2 et 0.5 mm de long, développement inférieur à la moitié de la surface, superficielles, contours nets	unie	forte à moyenne	fluide à dure plate avec stries fines	

tableau 29 : caractérisation des micro-polis observés sur un échantillon du référentiel expérimental (suite).

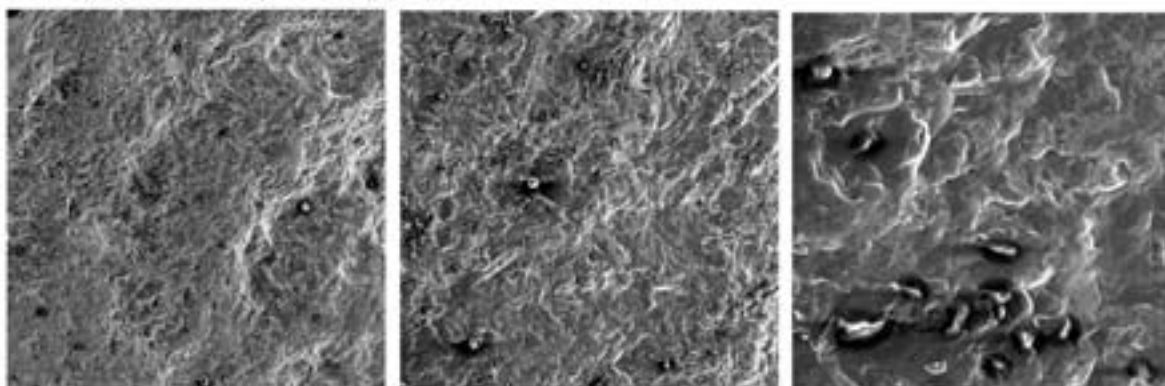
## Planche 51



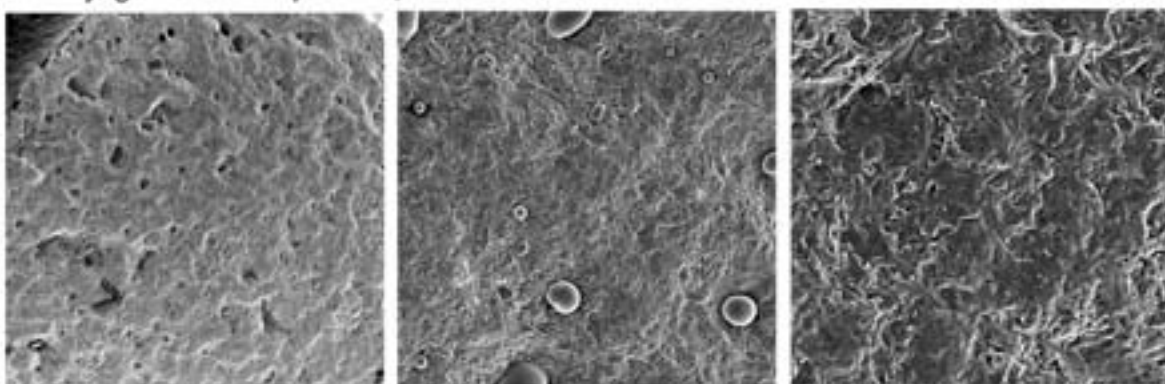
a. broyage de noix sur passif 3, 3h30 d'utilisation



b. broyage de fénugrec sur passif 9, 5h30 d'utilisation



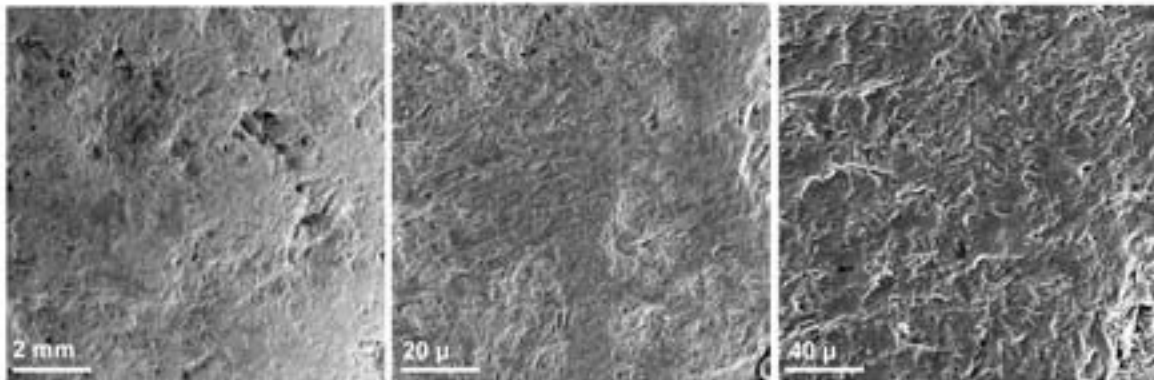
c. broyage de blé sur passif 1, 5h30 d'utilisation



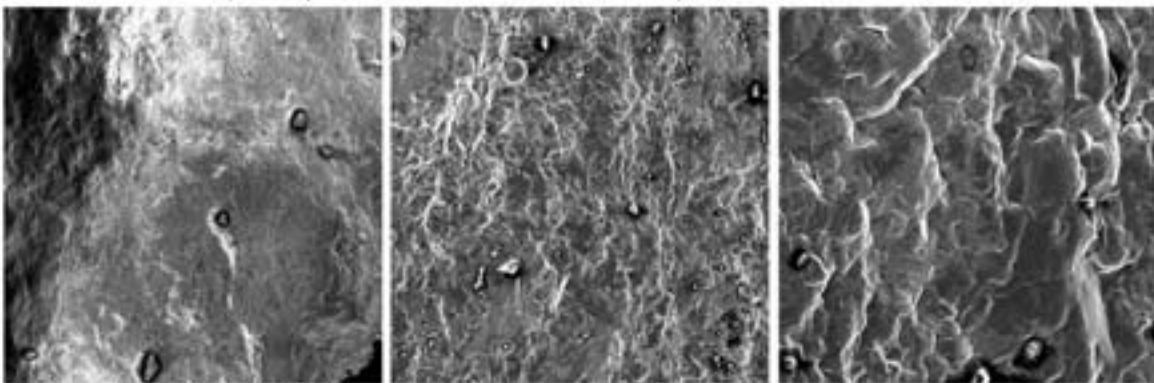
d. broyage d'ocre sur actif 2, 3h30 d'utilisation

Planche 51 : étude au MEB, les fonctionnements en couple

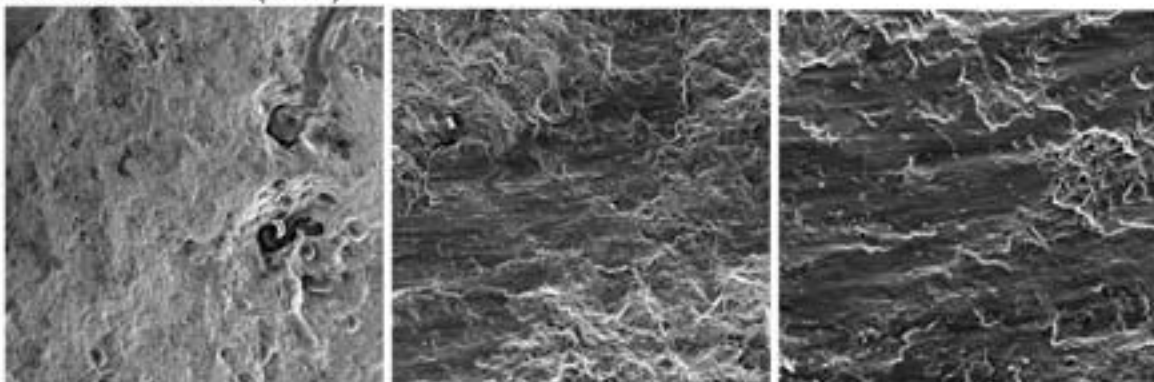
## Planche 52



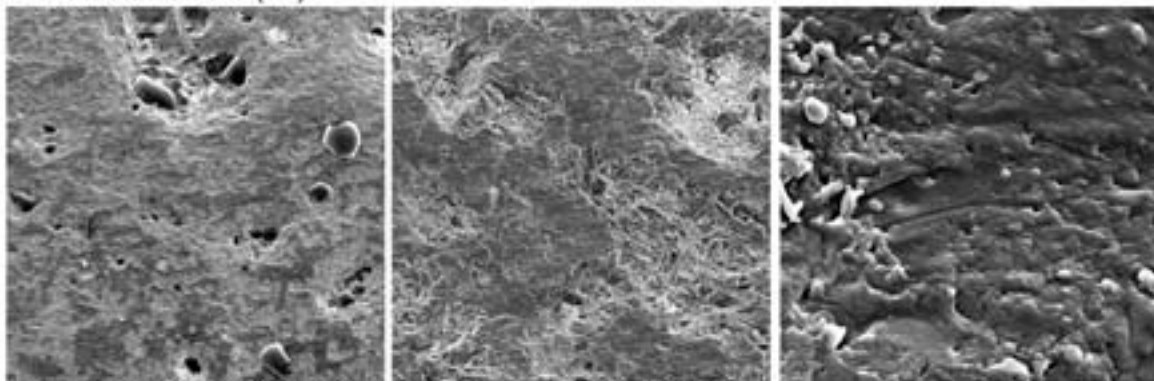
a. le travail de la peau (zone non bouchardée, 3h30)



b. le travail du bois (5h30)



c. l'abrasion d'ocre (1h)



d. le travail de l'os (os sec, zone non bouchardée, 3h)

Planche 52 : étude au MEB, les fonctionnements isolés

Meeks *et al.*, 1982). En général, ces observations sont effectuées à des grossissements supérieurs à 500 X. Cook et Dumont (1987) notent qu'entre des grossissements de 100 et 325, les zones d'usure sont visibles mais apparaissent peu différenciées. A partir de 500X et jusqu'à 10 000 X, la profondeur de champ offerte par l'appareillage permet de repérer des micro-structures et de déterminer de nouveaux critères de différenciation des micro-polis d'usage.

Notre étude au MEB est plus que préliminaire puisque nous n'avons effectué qu'une seule séance de travail. Nous pouvons considérer qu'il a plus s'agit de nous familiariser avec un nouveau moyen d'étude des surfaces et de comparer ces observations avec celles effectuées avec les systèmes utilisés dans notre travail. Un échantillon de onze empreintes en résine a été étudié, il comprend : des surfaces naturelles, piquetée, égrisée ainsi que l'abrasion et le broyage de différentes matières. Nous avons essentiellement travaillé à faibles grossissements (de 10 à 500 X). Aux plus faibles grossissements, nous avons cherché à repérer des plages d'usures mais aussi à illustrer les différentes organisations du relief sur nos outils expérimentaux. En effet, les images produites par le MEB se rapprochent de vues en trois dimensions. Pour cela, les empreintes ont été légèrement inclinées selon un angle que nous avons gardé constant. Différents focus ont ensuite été réalisés sur les zones d'usure à 100 puis à 500.

La planche 50 illustre les états de surface naturelle, piquetée et égrisée. Les différences de rugosité et d'organisation du relief apparaissent nettes et confirment les observations faites à la binoculaire. A faible grossissement (X10), la surface naturelle apparaît vallonnée et irrégulière, formant des courbes douces. A plus fort grossissement, on distingue clairement les cristaux composant la roche qui apparaissent de grandes tailles. La surface piquetée est d'une amplitude moindre mais plus granuleuse que la précédente à faible grossissement, les grains présentant des arêtes aiguës dominant à plus fort grossissement. Ces grains ne sont presque plus visibles sur la surface égrisée aux différents grossissements. La planche 51 donne plusieurs exemples d'outils fonctionnant en couple. Ici encore, l'étude au MEB confirme et illustre de façon parlante les différentes rugosités et organisations du relief constatées à la binoculaire : formation de plateau pour le broyage de fénugrec et de noix, plages d'arasement des sommets plus irrégulières pour le blé et régularisation générale pour l'ocre (vues X10 à gauche). A plus forts grossissements, la morphologie des grains apparaît plus au moins lisible selon les matières travaillées. Leur identification peut traduire l'importance des micro-fractures et arrachements dans la formation de l'usure. Cependant, pour le broyage de fénugrec, la surface apparaît très lisse à 500 X alors que l'étude à la binoculaire atteste de l'importance de l'usure par micro-fractures. On constate encore une fois des états de surface très différenciés pour les fonctionnements isolés (Planche 52). A faible grossissement cependant, les aspects des surfaces sont très proches de ceux de la pièce égrisée. Le relief est régularisé, les plages d'usure sont marquées par de petites zones sombres, ceci à l'exception du travail du bois pour lequel le travail ne semble pas entraîner un aplanissement important de la surface. Les différences entre les modes d'utilisation sont plus nettes à partir de 100 X.

# **Chapitre V : Discussion, l'apport d'un référentiel expérimental**

## **1. Synthèse des résultats expérimentaux**

La collection de référence constituée représente un des référentiels possibles dans l'ensemble de ceux pouvant être élaborés pour répondre à la question de la fonction des outils de broyage natoufiens. Les choix effectués ont visé à apporter certains éléments de réponses aux problématiques archéologiques posées, en particulier à celle des matières transformées par ces outils. Ils ont aussi été déterminés par l'état de la recherche en tracéologie appliquée aux outils de broyage. Par ailleurs, le référentiel a été établi en fonction d'une démarche d'analyse fondée sur la comparaison de surfaces naturelles, mises en forme et utilisées.

La gamme des matières d'œuvre et des techniques de transformation a été définie en fonction de notre connaissance du système technique natoufien et de données ethnologiques. Afin de mettre en évidence l'incidence des matières travaillées dans la formation des traces d'usage, les autres variables déterminant le système de fonctionnement des outils ont été maintenues constantes. Ainsi, nous avons travaillé avec des outils en basalte fonctionnant en percussion posée diffuse. Les protocoles expérimentaux adoptés ont par ailleurs permis d'évaluer l'incidence d'autres paramètres sur la formation des usures : le fonctionnement des outils (en couple ou non), les différents types de basalte, les temps d'utilisation, certaines variations de geste, les traitements préalables des surfaces actives.

L'apport de ce référentiel, la pertinence de la démarche d'analyse des traces d'usage proposée ne pourront être pleinement évalués qu'à travers l'application au fossile.

Nous discuterons ici de différents aspects méthodologiques en considérant les questions suivantes :

- celle d'une variation de ces traces en fonction des modes d'utilisation et des matières travaillées ;
- celle des procédés d'observation et de caractérisation des traces d'usage.

La comparaison des objets naturels, mis en forme et utilisés atteste de modifications significatives des surfaces des outils suite à leur utilisation, observables à différents grossissements. Ces modifications sont ainsi définies comme des traces d'usage.

A faibles grossissements, elles peuvent être caractérisées en fonction :

- de leur répartition ainsi que de la morphologie générale du microrelief (formation de plateaux ou de plages d'usure bombée sur les aspérités, régularisation générale ou encore distribution plus aléatoire sur la surface) ;



- des altérations développées sur les grains composant la roche (fracture, émoussé, arasement des sommets, plages d'homogénéisation).

Ces traces présentent des variations selon :

- le mode de fonctionnement des outils : il est possible de distinguer les systèmes impliquant deux et trois éléments (outils de broyage) notamment en se fondant sur la morphologie du microrelief et la répartition des stigmates d'usage.

- les types de matière travaillée : pour les systèmes à trois éléments nous sommes en mesure de différencier le broyage de matières minérales, de végétaux oléagineux, de légumineuses, de céréales et de matières animales. Pour les systèmes à deux éléments, chaque matière travaillée testée peut être caractérisée par des stigmates d'usage spécifiques. Ce sont en particulier les types d'altération affectant les grains composant la roche qui apparaissent diagnostiques ainsi que le développement de zones d'homogénéisation présentant des caractéristiques variables selon les matières d'œuvre.

Les critères de caractérisation des usures ont été établis essentiellement à faibles grossissements. L'étude effectuée démontre la pertinence de cette échelle d'analyse qui peut être considérée comme relativement facile à mettre en œuvre. Les résultats des analyses à plus forts grossissements sont moins concluants et l'élaboration d'une démarche d'analyse fonctionnelle à ces échelles d'observation nécessite de plus amples recherches (Dubreuil, 2000 et en préparation). Un développement de micro-polis est constaté pour le broyage de certaines matières d'œuvre (contenant des matières grasses) ainsi que sur les outils fonctionnant seuls quelle que soit la matière travaillée. Nous avons cependant noté dans certains cas une importante variabilité des morphologies de coalescence selon le mode de fonctionnement actif ou passif des pièces. Par ailleurs, pour les systèmes à deux éléments, il est nécessaire d'expérimenter l'emploi de différents adjuvants pour le travail d'une même matière d'œuvre afin de mieux appréhender la variabilité des micropolis. Ce travail a ainsi permis de préciser les modes de description des surfaces et de proposer des critères permettant de diagnostiquer le fonctionnement des outils ainsi que les types de matières travaillées. Au terme de cette étape, plusieurs perspectives de recherche peuvent être dégagées.

## **2. Perspectives de recherche**

### ***2.1. Compléter le référentiel expérimental***

Le référentiel constitué doit être développé sur différents points, les principaux étant :

- l'étude des mortiers et des pilons
- la prise en compte de nouvelles catégories de roche, en particulier le calcaire et le grès. Différents tests préliminaires pourront permettre d'estimer la variabilité des traces d'usage en fonction des roches ;

- compléter le référentiel effectué sur l'outillage plat en développant le travail avec différents adjuvants ou traitements préalables, en testant des utilisations plurifonctionnelles, en allongeant les temps d'expérimentation ;
- élaborer des protocoles expérimentaux autorisant une estimation des quantités produites et une caractérisation des types de produits finis ;
- tester la conservation des traces d'usure dans des conditions d'attaques mécaniques ou chimiques.

Ce dernier point est particulièrement important pour le transfert de notre référentiel au fossile. Dans cette perspective, un test préliminaire a été effectué en reproduisant une expérimentation classique en tracéologie, celle du "tambour" : des éclats de différents types de basalte (correspondant à ceux de l'expérimentation 1) ont été placés dans du sédiment humide (mélange d'eau et de sable) et brassés pendant 18 heures. L'objectif était de simuler certains processus sédimentaires ayant pu entrer en jeu dans la formation des sites archéologiques. Au terme de l'expérimentation, les états de surface présentent tous un aspect émoussé plus développé sur les zones proéminentes. A la binoculaire, les zones émoussées montrent une altération marquée par micro-fractures et arrachements de grains. La distribution de ces altérations et l'aspect macroscopique des surfaces rend ces traces très distinctes de celles résultant de l'utilisation. L'altération des surfaces est forte, il apparaît essentiel de déterminer l'incidence de tels mécanismes sur la conservation des traces d'usure. Pour cela nous envisageons de prélever des échantillons de surface active d'objets et de contrôler l'évolution des états de surface à différents stades de brassage.

## **2.2. Diversifier les modes de caractérisation des usures**

Les critères de diagnose fonctionnelle proposés reposent sur des observations à faibles grossissements. Il est important de développer l'étude des traces d'usage à différentes échelles d'analyse.

Par ailleurs, ce travail est essentiellement fondé sur des observations optiques des surfaces, la caractérisation des états de surface peut être considérée comme "qualitative". Notre projet est de développer des approches quantitatives qui permettraient de valider et de préciser les critères définis lors des observations à différents grossissements. Les études en rugosimétrie ou par analyse d'images nous apparaissent à privilégier. Nous considérons que ces techniques ne peuvent être appliquées de façon systématique lors de l'analyse d'assemblages archéologiques. Elles doivent être plutôt orientées vers des problématiques précises telles que la quantification des altérations de surface précédemment évoquée ou l'étude des processus de formation des usures.

### **2.2.1. Préciser la caractérisation des micropolis**

Le travail effectué sur les micro-polis a permis de définir une procédure d'analyse et de description adaptée aux spécificités des traces d'usage et des surfaces actives étudiées.

Les micropolis sont bien développés sur les outils fonctionnant sans répercutant associé. Pour autoriser une caractérisation des matières d'œuvre en fonction des morphologies des zones de coalescence, il est avant tout nécessaire de tester l'utilisation de différents adjuvants pour le travail d'une même matière.

En ce qui concerne les outils fonctionnant en couple, les résultats apparaissent moins concluants. En particulier, des états de surface différents ont été observés sur des pièces actives et passives utilisées pour le même type de travail. Une détermination des processus de formation des usures pourrait permettre de mieux comprendre les variations observées.

## 2.2.2. Un projet d'analyse en rugosimétrie

La rugosimétrie est une méthode d'analyse des surfaces permettant des retranscriptions en images en trois dimensions et le traitement de mesures numériques de la microtopographie. Les travaux effectués par R. Vargiolu et H. Zahouani du laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes de l'Ecole Centrale de Lyon en collaboration avec H. Procopiou (e.g Procopiou *et al.*, 1998) ou L. Astruc (poster présenté au XIV<sup>ème</sup> congrès de l'UISPP, Liège, septembre 2001) illustrent le potentiel de la rugosimétrie pour les deux axes de recherche évoqués en introduction : quantification et processus de formation des usures.

- quantification des usures : à faibles grossissements, l'usure peut être définie comme une altération des grains composant la roche prenant différentes formes (arrachement, micro-fracture, émoussé, arasement). Les types d'altération varient principalement en fonction de la matière travaillée. Leur présence/absence et association déterminent la régularité des zones d'usure formées sur les aspérités de la surface. Une mesure de la rugosité de ces zones permettrait de confirmer et de quantifier ces observations optiques ainsi que de quantifier l'importance relative des différents types d'altération entrant en jeu dans la formation des traces. Nous proposons donc la comparaison, pour un même temps d'utilisation, d'empreintes d'outils ayant travaillé des matières diverses. Une étude au rugosimètre tactile offrant une profondeur de champ importante semble préférable étant donnée la forte amplitude du relief des surfaces. Le calcul des taux de portance proposé par Procopiou *et al.* (1998) pourrait être utilisé pour quantifier et comparer les usures. De telles mesures pourraient aussi permettre de caractériser les micro-polis développés sur certains de nos outils expérimentaux. Pour cela, l'utilisation d'appareils différents, rugosimètre laser ou AFM (Atomic Force Microscope), est manifestement préférable. Des mesures de rugosité ont aussi été proposées Kimball *et al.* (1998) pour la rugosimétrie laser, il serait intéressant de pouvoir les employer ici.

- processus de formation : pour les outils fonctionnant en couple, les modifications des surfaces actives au cours de l'utilisation semblent converger vers la formation de plateaux plans étendus sur les aspérités. La comparaison des taux de portance à différents stades d'utilisation pourrait permettre de tester cette hypothèse. Cependant, afin de la vérifier pleinement, il serait aussi nécessaire d'allonger les temps d'expérimentation effectués. Un autre axe de recherche nous semble prioritaire, il rejoint les problématiques développées en tracéologie "classique" et porte sur la détermination des processus de formation des usures. Des mécanismes par abrasion, déposition ou encore par phénomènes combinés

sont généralement opposés. L'étude de L. Astruc (poster présenté au XIV<sup>ème</sup> congrès de l'UISPP, Liège, septembre 2001) démontre l'intérêt de l'approche en rugosimétrie pour l'identification de ces mécanismes. Il s'agira ici plus particulièrement de mieux comprendre les différences observées entre les systèmes impliquant deux et trois éléments ainsi que le développement différentiel de micro-poli constaté dans l'ensemble de notre collection de référence. Pour ces deux axes de recherche, une étude en rugosimétrie laser paraît plus appropriée. L'échantillon analysé comprendra les empreintes des surfaces d'usure pour les temps expérimentaux les plus longs. Différents ensembles devront être comparés : étude des variations en fonction des matières travaillées pour chaque type de fonctionnement et comparaison des surfaces d'outils fonctionnant en couple et sans outil complémentaire.

### **2.2.3. Les analyses d'image**

Tout comme les observations en rugosimétrie, les systèmes d'analyse d'image permettent de fournir une documentation en trois dimensions particulièrement pertinente pour illustrer les altérations des surfaces résultant de l'utilisation des outils de broyage ou de polissage. Des analyses d'images appliquées à l'étude tracéologique de cet outillage ont été effectuées en particulier par Mansur et Srehnisky (sous presse). En l'état actuel de la recherche, elles ne permettent pas encore de réellement quantifier les usures, des recherches méthodologiques en collaboration avec des spécialistes dans ce domaine sont nécessaires.

### **2.3. Tester de nouvelles approches fonctionnelles : l'identification de résidus de matière travaillée**

Ce domaine de recherche a été plus particulièrement exploré par H. Procopiou et collaborateurs (Procopiou, 1998 ; Formenti et Procopiou, 1998) qui ont testé différentes techniques appliquées à la recherche de résidus organiques ou minéraux. Ces travaux démontrent la nécessité d'une poursuite des recherches méthodologiques dans ce domaine. La mise en évidence de résidus organiques suppose un contrôle rigoureux du traitement des objets archéologiques pour assurer leur conservation et empêcher d'éventuelles pollutions. L'application de ces techniques d'analyse à des collections anciennes, lavées et manipulées, pour lesquels nous ne disposons pas d'échantillon de sédiment encaissant apparaît problématique. Ainsi, la mise en évidence de résidus minéraux tels que les phytolithes pouvant être associés à certains micro-polis apparaît comme un axe de travail à privilégier. L'intérêt est plus particulièrement d'intégrer la recherche de résidus au sein de notre démarche d'étude typologique, technologique et tracéologique de l'outillage, afin de tester et de préciser les hypothèses fonctionnelles proposées.

## **Partie IV.**

**Recherche appliquée à l'analyse de  
trois séries archéologiques : la terrasse  
d'Hayonim, la Grotte d'Hayonim et  
Mallaha (Eynan).**

# **Chapitre 1. Démarche d'analyse des assemblages**

Lors du bilan concernant les recherches méthodologiques effectués dans la seconde partie de ce mémoire, plusieurs démarches d'analyse ont été synthétisées ou proposées. Nous avons posé le principe d'une approche pluridisciplinaire, intégrant l'étude de différentes caractéristiques intrinsèques des objets selon des méthodologies diverses. Toutes les approches présentées n'ont pas été testées dans ce travail. Nous ferons le point dans cette partie sur celles que nous avons mises en oeuvre et préciserons pour chacune d'elles les démarches d'analyse suivies.

La recherche expérimentale que nous avons effectuée nous a conduit à travailler plus particulièrement sur les outils en basalte fonctionnant en percussion posée diffuse. Ainsi, l'étude fonctionnelle du matériel de broyage des séries natoufiennes sera orientée vers l'analyse de cet outillage.

La démarche d'analyse suivie est fondée d'une part sur une étude des formes donnant des indications sur le fonctionnement des objets et d'autre part sur l'examen des traces d'usage. Cette approche est intégrée dans une lecture technologique de l'outil (détermination des différentes étapes du cycle de vie) et de l'assemblage (synthèse des données afin de caractériser les modes de gestion de l'outillage : choix des matières premières, mises en forme, entretien et réemploi des outils).

Cette démarche a été appliquée à l'étude de trois collections, celle de la grotte et la terrasse d'Hayonim ainsi que de Mallaha. Pour chaque série, nous effectuerons en premier lieu une étude de la totalité du mobilier de pierre, c'est-à-dire des objets en roches autres que le silex mis en forme ou transportés (manuports) sur le site. L'objectif est double :

- sélectionner l'échantillon des outils de basalte fonctionnant en percussion posée diffuse retenus pour l'étude tracéologique ;
- évaluer l'importance et la représentativité de cet outillage au sein des ensembles.

La démarche d'analyse suivie peut être ainsi décomposée en deux étapes : une étude de l'ensemble du mobilier de pierre suivie d'une analyse détaillée du matériel retenu pour l'analyse fonctionnelle.

# 1. Etude du mobilier de pierre

Elle comprend une classification typologique et une répartition en fonction des matières premières.

## 1.1. Terminologie et classification

### 1.1.1. Terminologie

#### 1.1.1.1. Le matériel de broyage

Les problèmes de terminologie ont été soulignés depuis longtemps et différents chercheurs ont pu proposer des clarifications (e.g. Curwen 1937, 1941 ; Kraybill, 1977 ; Carter, 1977). Nous pouvons considérer aujourd'hui qu'il existe un certain consensus en ce qui concerne les outils les plus typiques ou communs : meules et molettes correspondant aux formes "plates", mortiers et pilons, aux formes "creuses".

Pour les outils plats, il existe cependant de nombreux synonymes de ces termes. Celui de molette reçoit parfois des définitions plus restrictives. En effet, certaines se réfèrent essentiellement à la morphologie ou au geste de percussion, d'autres vont jusqu'à mentionner la matière travaillée (e.g. Smith 1985, de Beaune, 1989). Par ailleurs, une distinction est parfois établie entre molette et broyeur (Planche 53).

Les termes utilisés pour dénommer les objets dits « intermédiaires » c'est-à-dire fonctionnant en percussion posée et lancée sont en général composites associant un nom d'outil évoquant une utilisation en percussion lancée (pilon) et un autre évoquant une utilisation en percussion posée (broyeur ou molette).

Si l'on écarte la distinction établie par certains entre molette et broyeur, lorsqu'il s'agit de nommer des variations de forme à l'intérieur de cette catégorie d'outil, la plupart des auteurs utilisent une combinaison de terme ou de code permettant de spécifier par exemple la forme en plan et en section de la pièce. Il existe en définitive peu d'appellations qualifiant des sous divisions au sein de cette classe d'artefact. La situation est différente pour la catégorie des meules.

Wright (1992a) distingue par exemple (Planche 54) *grinding slab* (dalle de broyage) dont la surface active est rectangulaire et le sens du travail alternatif et *quern* (meule/moulin), dont la surface active est ovale indiquant une utilisation selon un mouvement circulaire. A l'intérieur de ces classes générales, elle différencie pour les outils mis en forme, les "meules" à ensellure, en forme de bassin (aménagement d'un bord autour de la surface active), ouvertes (*trough quern or grinding slab*), perforée (*hollowed quern or grinding slab*).

Dans ce travail, nous écarterons les définitions induisant des formes précises ou encore des matières travaillées, nous ne garderons que celles se référant au mode de fonctionnement de

l'outil. Ainsi, l'expression "matériel de broyage" désigne ici l'ensemble des outils fonctionnant en percussion posée diffuse en couple comprenant les formes creuses c'est-à-dire mortiers et pilons ainsi que les formes plates, meules et molettes pris dans un sens générique. Nous utiliserons aussi les appellations de percutant (objet actif) et répercutant (passif). Nous emploierons par ailleurs le terme de "pilon-broyeur" pour désigner les formes intermédiaires entre les molettes et les pilons.

### 1.1.1.2. Autres catégories d'outils

Les termes employés pour les autres catégories d'outils représentés dans les assemblages sont plus normalisés. Les problèmes que nous avons rencontrés sont liés à :

- la traduction de certains termes anglo-saxons pour lesquels nous avons généralement gardé les mots anglais (par exemple les *heavy duty tool* ou les *muller* de la grotte d'Hayonim) ;
- la désignation des outils atypiques représentés dans certains assemblages pour lesquels nous avons repris les termes proposés par les fouilleurs et précisé les définitions.

## 1.1.2. Classification des assemblages

Nous avons choisi d'utiliser la typologie proposée par Wright (1992 a et b) pour plusieurs raisons. Elle découle d'une réflexion portant sur les problèmes de classification, leurs objectifs et procédés. A la suite de cet auteur, nous considérons qu'un des intérêts de l'approche typologique est de fournir un cadre permettant de comparer différentes séries. Il apparaît donc important d'appliquer, dans la mesure du possible, les mêmes procédés de classification. Par ailleurs, la constitution de la typologie de Wright repose sur l'analyse de différents assemblages du Proche-Orient. Elle est donc à priori particulièrement adaptée à notre cadre de recherche.

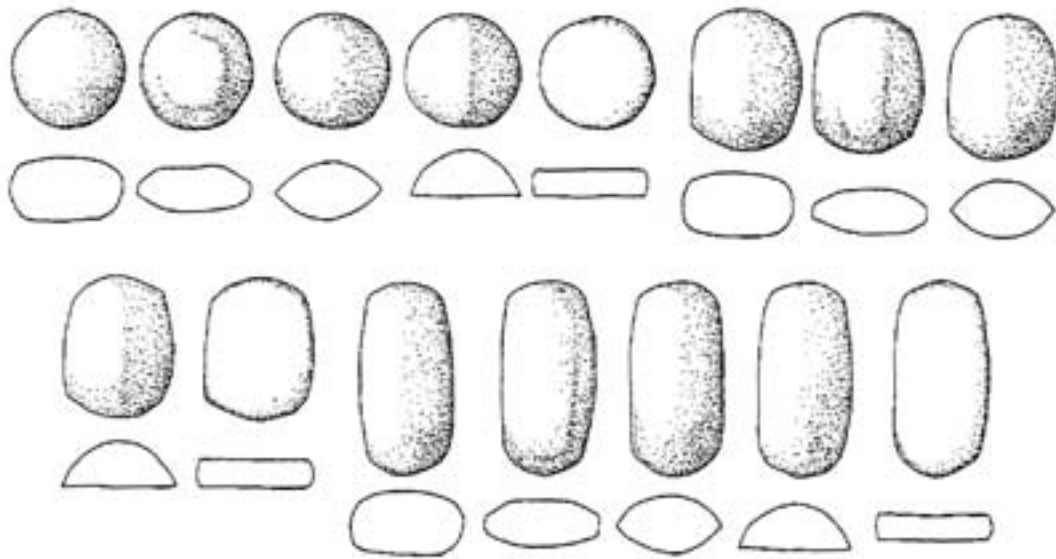
Son application nous a cependant posé différents problèmes. Certains apparaissent récurrents :

- chaque série comporte des outils spécifiques, "atypiques", ne rentrant pas dans les catégories définies par l'auteur. Ces outils sont parfois représentés en nombre non négligeable. Ils apparaissent importants dans la mesure où ils peuvent être caractéristiques d'un site. Ils ont été généralement compris dans la classe "divers", classe qu'il sera important de détailler ;
- la catégorie débitage rassemble dans la typologie de Wright, les pièces correspondant aux sous-produits des chaînes opératoires de production des outils de broyage. Dans notre étude, ont été inclus des éclats, des fragments présentant des négatifs d'enlèvements, ainsi que des objets mis en forme par enlèvements (façonnage ou retouche). Ce matériel n'est pas considéré comme nécessairement lié aux processus de mise en forme des outils de broyage. Les objets façonnés par enlèvements en particulier relèvent clairement d'une autre catégorie de matériel ;

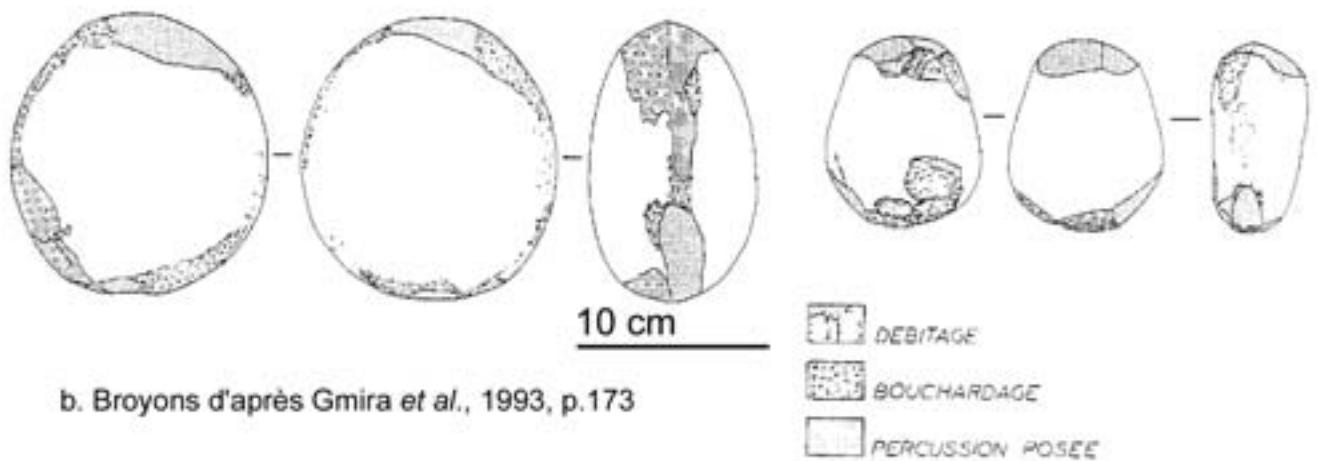
Les problèmes les plus aigus posés par l'application de cette typologie ont été rencontrés pour la classification des meules. En particulier, car l'auteur intègre des critères nécessitant la



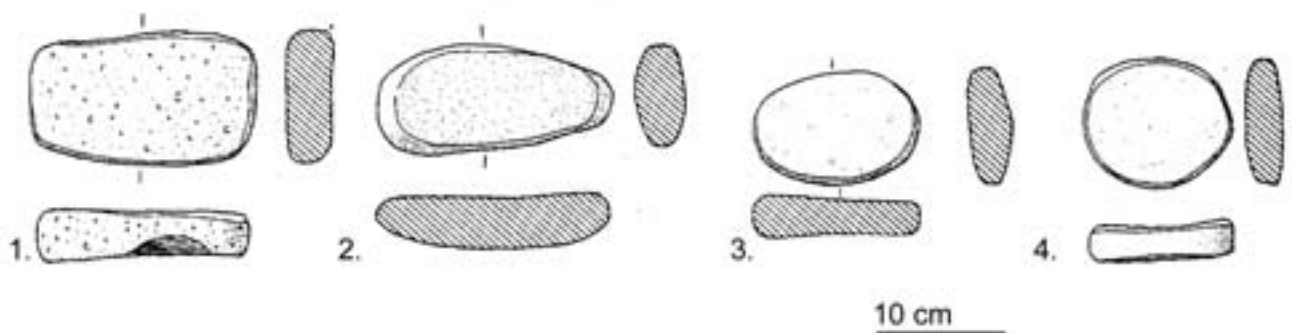
## Planche 53



a. Les différents types de molette d'après Wright, 1992 a., p. 66



b. Broyons d'après Gmira *et al.*, 1993, p.173



c. Molettes (1 et 2) et broyons (3 et 4) d'après Nierlé, 1983 p.212

Planche 53 : problèmes de terminologie, exemples de molettes et broyons selon Wright (1992a), Gmira *et al.* (1993) et Nierlé (1983).




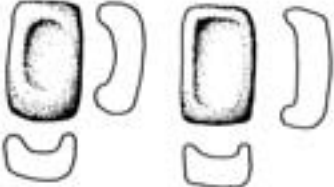


<b>Niveau 1</b> <small>(sens du travail et morphologie en plan)</small>	<b>Niveau 2</b> <small>(mise en forme)</small>	<b>Niveau 3</b> <small>(nombre de surface active)</small>
<p>1. <i>Dalle de broyage (grinding slab)</i></p>  <p>Surface active rectangulaire, stries indiquant un mouvement de va et vient</p> <p>2. <i>Meule/moulin (Quern)</i></p>  <p>Surface active ovale en plan, stries indiquant un mouvement de rotation</p>	<p>1. <i>Non mis en forme</i></p> <p>1.1 Galet</p> <p>1.2 Bloc</p> <p>2. <i>Mis en forme</i></p> <p>2.1 à enseulure</p> <p>Forme en section concave/convexe, soit en forme de selle. Les bords latéraux opposés sont parallèles.</p>  <p>Dalle de broyage à enseulure</p> <p>2.2 en forme de bassin</p> <p>Aménagement d'une bordure autour de la surface active.</p>  <p>Meule:moulin (à gauche) et dalle de broyage (à droite) en forme de bassin.</p> <p>2.3 ouverte</p>  <p>Meule ouverte</p> <p>2.4 perforée</p>  <p>Meule/moulin perforée bifaciale</p>	<p>a. Unifaciale</p> <p>b. Bifaciale</p> <p>c. Multifaciale</p>

Planche 54 : Principes de classification des meules de la typologie de Wright (1992 a et b).

reconnaissance de stries permettant de déterminer le sens du travail. Celles-ci ne sont en définitive que rarement observables.

Ainsi, nous nous sommes limités à une répartition en fonction de catégories générales d'outils définies par l'auteur.

## **1.2. Gestion des matières premières**

### **1.2.1 Répartition des différentes catégories de roche au sein de l'assemblage**

L'étude des assemblages s'intéresse aux différents types de roches exploités et aux données permettant de caractériser la phase de mise en forme des outils (par exemple, présence d'éclats, de préformes etc.), à la répartition des roches en fonction des catégories d'outil. Elle vise ainsi à déterminer si les roches ont fait l'objet de modes d'utilisation particuliers. Elle permet par ailleurs d'évaluer la place de l'échantillon retenu (outils en basalte) pour notre étude tracéologique au sein des outils de broyage.

Une dernière étape de cette étude s'attache plus particulièrement aux artefacts en basalte et aux modes d'exploitation dont cette roche a fait l'objet.

### **1.2.2. L'utilisation du basalte**

L'étude du mobilier en basalte comprend :

- une classification typologique de l'assemblage ;
- la détermination des différents types de basalte représentés dans l'assemblage. Ces types sont distingués en fonction des critères suivants : - porosité de la roche ; - structure, organisation interne des cristaux, homogénéité ou aspect granuleux de la matière sur les plans de fracture ; - cristaux composant la roche observables à l'œil nu ou à faibles grossissements ;
- une répartition des types de basalte en fonction des différentes catégories d'outils. L'objectif de cette classification est de déterminer si certaines qualités de roche ont été recherchées pour la production d'outil particulier. Pour cela, on opposera généralement, parmi les classes de basalte définies, les matières vacuolaires ou non, à grains fins ou grossiers. Cette caractérisation des roches est par ailleurs nécessaire à l'analyse tracéologique ;
- une étude technologique s'intéressant à la caractérisation des processus de mise en forme, comprenant : l'étude des stigmates présents sur les pièces, des sous-produits éventuels de la phase de production des outils, l'étude des variations d'investissement des mises en forme en fonction des catégories d'artefact.

### **1.3. Sélection de l'échantillon retenu pour l'analyse tracéologique**

Pour chaque série, l'échantillon retenu pour l'analyse tracéologique comprend l'ensemble des outils fonctionnant en percussion posée diffuse, qu'ils soient typiques (meule, molette), qu'il s'agisse de réemploi ou de pièces utilisées sans mise en forme.

La sélection des pièces est fondée sur leur forme générale ainsi que sur la reconnaissance de stigmates d'usage indiquant un mode de fonctionnement en percussion posée. Une usure relative à une utilisation en percussion posée diffuse peut être caractérisée par la dimension de la zone affectée et la répartition des stigmates indiquant un contact diffus (non ponctuel) de type frottement, abrasion, arasement de la surface (percussion posée). Ils sont définis en fonction de notre référentiel expérimental mais aussi en comparaison avec les états de surface naturels, ceux des pièces mises en forme ou altérées.

Dans cette étude, nous n'avons retenu que les objets dont les stigmates sont évidents. Nous considérons que l'interprétation des cas problématiques nécessite de préciser notre référentiel expérimental. Pour cette première approche des traces d'usure, il nous a semblé préférable de ne raisonner que sur des objets non équivoques. Les cas problématiques ont été spécifiés dans les bases de données des différents sites afin de pouvoir les étudier ultérieurement.

L'échantillon ainsi sélectionné fait l'objet d'une étude détaillée comprenant analyse morphologique et étude tracéologique.

## **2. Etude fonctionnelle des outils de basalte travaillant en percussion posée diffuse**

Une première étape de l'étude consiste à décrire les formes et à caractériser leur variabilité. Elle permet de proposer des hypothèses relatives aux modes de fonctionnement des outils. Ces hypothèses sont ensuite confrontées à l'analyse tracéologique des pièces.

### **2.1. Etude des variations morphologiques**

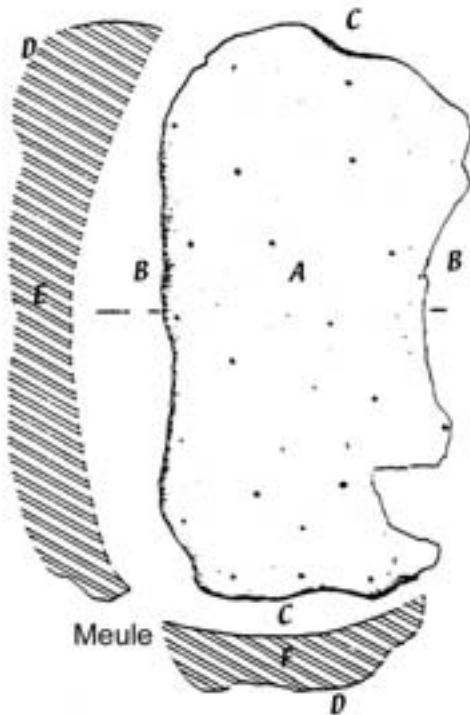
Elle comprend une description détaillée des pièces selon différents critères et la recherche d'indices technologiques permettant d'intégrer une "vision dynamique" de l'outillage en caractérisant les différentes étapes du cycle de vie des objets.

#### **2.1.1. Analyse détaillée des formes**

Les procédés utilisés pour caractériser les formes comprennent :

1. une classification typologique ;
2. une étude détaillée de chacune des catégories en fonction de différents attributs morphologiques. Ces critères sont variables selon le type d'outil. Ils renvoient à différentes

## Planche 55



### Meule :

A : *face* ou *use surface* : face ou surface active (e.g Ribaux, 1986 ; Procopiou, 1998), surface de travail ou plan de mouture (Nierlé, 1983), table de travail (Roux, 1986). Nous utiliserons les termes de surface active.

B : *lateral side* = flanc, côté ou contour, le terme de bord signifie pour Nierlé (1983) un aménagement limitant la surface active

C : *end* = nous proposons "extrémité", Nierlé (1983) parle de "meule ouverte en bout" c'est à dire en partie distale.

D : *dorsal side* (si unifaciale) ou *face* (si bifaciale) = littéralement face dorsale ou face, nous proposons "face opposée" (à la surface active), Ribaux (1986) et Procopiou (1998) parlent de "base", Roux (1986) propose le terme de surface extérieure.

E : *longitudinal section* = section longitudinale ;  
F : *transverse section* = section transversale.

### Handstone = Molette :

A : *face* (*use surface*) = face ou surface active. Roux (1986) emploie le terme de "face longitudinale" pour les outils de forme allongée, Riddell et Pritchard (1971) parlent de "*grinding facet*" ;

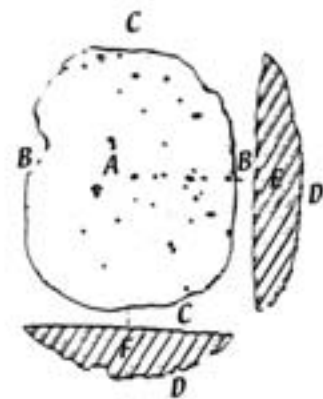
B : *lateral side* = nous proposons les termes de "flancs" ou "côtés" ;

C : *end* = la plupart des auteurs français s'accordent sur le terme d'extrémité ;

D : *dorsal side* (si unifaciale) ou *face* (si bifaciale) = face dorsale ou face opposée (à la surface active) ou surface active ;

E : *logitunidal section* = section longitudinale ;

F : *transverse section* = section transversale.



Molette



parties anatomiques des pièces. Pour les meules et les molettes (Planche 55), ils reprennent en partie des listes proposées par différents auteurs (voir partie II) :

- dimensions des artefacts ;
- morphologie en plan ;
- morphologie en section ;
- nombre et disposition des surfaces d'usure ;
- description des flancs des pièces.
- pour les meules, le critère de la délimitation des surfaces actives sera aussi pris en compte.

3. Pour caractériser la variabilité de l'assemblage, ces attributs seront analysés de façon isolée et en corrélation. On cherchera à mettre en évidence des variations pouvant indiquer des gestes d'utilisation différents liés :

- aux dimensions des outils
- aux modes de préhension
- à la morphologie des zones actives

### **2.1.2. Recherche d'indices technologiques**

Nous rechercherons par ailleurs les indices permettant de caractériser la gestion de l'outillage en documentant certaines étapes du cycle de vie des outils : choix des roches, modes de mise en forme, traces de ravivage.

- le choix des roches : nous confronterons la distribution des types de basaltes que nous avons établis pour chaque site à la celle des catégories typologiques et des variations morphologiques reconnues au sein de chacune d'elles ;
- les mises en formes : l'étude générale des artefact en basalte aura permis de préciser si l'assemblage comprend éclats et préformes. L'analyse des stigmates de mise en forme reconnaissables sur les pièces permettra de définir les techniques et méthodes utilisées pour la production des outils et d'identifier des variations dans les investissements mis en œuvre lors de leur production.
- indices d'entretien et de ravivage : les traces de ravivage sont globalement définies comme l'ensemble des stigmates indiquant un travail de la surface afin de lui redonner sa rugosité ou d'améliorer l'efficacité du travail. D'après les données ethnologiques et certaines études archéologiques, il faut essentiellement envisager un piquetage présentant la forme de traces d'impact postérieures à la formation d'une usure sur la surface active. L'examen macroscopique des pièces constitue une première étape de l'étude de ces stigmates qui sont par la suite examinés à plus forts grossissements.

## **2.2. Etude des traces d'usage**

### **2.2.1. Etude à faibles grossissements**

L'étude est en premier lieu fondée sur une analyse comparée des pièces permettant de caractériser la diversité des états de surface observés dans les ensembles archéologiques. On compare les surfaces actives des outils aux parties mises en forme, présentant des traces évidentes d'altération ou encore ne portant pas de traces nettes d'utilisation (plans de fractures, fractures émoussées, surface néo-corticale de blocs érodés ou de galets). Cette première étape permet de décrire les types d'altérations naturelles ou post-dépositionnelles des surfaces, de rassembler des critères permettant d'évaluer l'état de conservation des pièces.

L'étude des traces d'usage se fonde sur :

1. une première phase d'observation macroscopique visant à déterminer les différents stigmates présents sur les pièces, leur enchaînement chronologique relatif. Elle permet de proposer des hypothèses concernant le mode de fonctionnement de l'outil.
2. une étude à la binoculaire afin :
  - de vérifier les hypothèses émises lors de cette première phase d'analyse, en particulier en ce qui concerne la présence d'un état de surface résultant de l'utilisation de la pièce. Pour cela, notre démarche repose sur la comparaison de différentes zones sur l'objet : parties mises en formes, zones naturelles, érodées et stigmates d'usage ;
  - de déterminer le fonctionnement de l'outil et le type de matière travaillée en appliquant les critères de diagnose fonctionnelle définis lors de nos expérimentations. L'analyse est aussi fondée sur une comparaison entre les différents objets présentant les mêmes matières premières, des morphologies similaires ou encore des stigmates d'usage proches.

Nous avons travaillé avec une binoculaire Zeiss permettant des grossissements jusqu'à 40X. Les photos ont été réalisées à l'aide d'un stéréo microscope Olympus S2 – CTV équipé d'un système d'acquisition d'images.

### **2.2.2. Analyse d'un échantillon aux microscopes à lumière transmise et incidente**

Pour deux des sites étudiés (Mallaha, fouilles F. Valla et H. Khalaily et la Grotte d'Hayonim), des empreintes d'un échantillon d'objets ont été prises avec de l'élastomère dentaire (Provil L). Les inconvénients posés par cette technique de réplique des surfaces ont été précédemment évoqués. En conséquence, le matériel archéologique échantillonné ne pouvait être que très limité. Des positifs ont été tirés en résine semi-transparente et analysés au microscope à lumière incidente et transmise. Nous avons utilisé les mêmes appareils que ceux employés lors de l'étude du matériel expérimental.



Notre recherche dans le domaine des micropolis ne nous autorise pas à réellement interpréter les morphologies des zones de coalescence. En revanche, leur présence ou absence, leur étendue et épaisseur nous serviront à tester les hypothèses proposées suite aux observations à faibles grossissements concernant le mode de fonctionnement de l'outil, la nature des matériaux travaillés et leur teneur en matière grasse. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux éventuelles stries présentes sur les surfaces.

## 2.2.3. L'élaboration d'une hypothèse fonctionnelle

### 2.2.3.1. Formalisation des conclusions de l'étude tracéologique

Pour chaque pièce, une fiche est réalisée reprenant la grille d'analyse proposée en conclusion de la présentation de notre référentiel expérimental.

Les hypothèses portent tout d'abord sur le mode de fonctionnement puis sur la catégorie générale de matière travaillée enfin, si possible, on détermine une matière travaillée précise et l'utilisation éventuelle d'adjuvant.

Ces conclusions sont confrontées aux résultats des analyses à forts grossissements lorsque celles-ci ont été effectuées.

Les hypothèses fonctionnelles ainsi proposées renvoient au dernier mode d'utilisation de l'outil. On distingue par ailleurs les pièces à fonctionnement simple correspondant à une configuration de zone active, un geste d'utilisation et une matière d'œuvre, des cas de fonctionnement ou d'utilisation multiple.

### 2.2.3.2. Le problème des utilisations multiples

Certains objets témoignent d'une histoire fonctionnelle complexe comprenant des variations de leur mode d'utilisation (celles-ci pouvant être relatives au fonctionnement ou au type de matière travaillée). Théoriquement, différents cas de figure peuvent être envisagés selon l'enchaînement chronologique des modes d'utilisation :

#### **1. variation des modes d'utilisation non différée dans le temps :**

- **les objets sont dits à utilisation plurifonctionnelle** lorsqu'ils participent à différentes chaînes opératoires de transformation de matériaux variables ;
- **les objets sont dits à utilisation composée** lorsqu'ils participent selon différents modes d'action à une même chaîne opératoire de transformation d'une matière. Ceci renvoie essentiellement à l'utilisation de zones actives différentes impliquant plusieurs modes d'action sur la matière.

#### **2. variation des modes d'utilisation différée dans le temps :**

- le **réemploi** est défini comme l'action d'utiliser un outil pour des fonctions différentes de celles correspondant à sa fonction initiale. Ce nouveau mode d'utilisation peut intervenir à la suite d'une modification non

intentionnelle de la morphologie de la pièce, consécutive à un bris par exemple.

- nous parlerons de **recyclage** lorsque la pièce est transformée avant d'être utilisée pour une action différente de celle de sa fonction initiale.

Les seconds cas d'utilisation multiple se situent à la fin de ce cycle de vie de l'objet et marquent éventuellement, selon le mode d'utilisation, le commencement d'un nouveau cycle.

La mise en évidence de ces différents types d'utilisation multiple repose sur la reconnaissance de stigmates dont la nature ou encore la localisation indiquent des modes d'utilisation différents. Elle nécessite une étude fonctionnelle des usures (détermination du mode de fonctionnement et de la matière d'œuvre). Elle s'appuie par ailleurs sur la notion d'enchaînement chronologique relatif des traces : on tente de reconstituer la relation des stigmates les uns par rapport aux autres afin de déterminer si leur formation est "simultanée" ou résulte de différentes étapes de fonctionnement de la pièce.

Les possibilités de définir précisément dans quelle catégorie se situe l'outil ont été limitées par deux types de problèmes récurrents :

- les différentes traces d'usage ne se recoupant pas systématiquement, il n'est pas toujours possible de reconstituer leur relation chronologique ;
- en cas de diagnose fonctionnelle partielle, par exemple lorsque la matière d'œuvre reste indéterminée, la mise en évidence d'une variation des modes d'utilisation reste problématique.

Dans ce travail, nous parlerons généralement d'indices d'utilisation multiple dont la nature sera précisée dans la mesure du possible.

### ***2.3. Bilan de l'étude fonctionnelle***

Pour chaque catégorie de vestige, un bilan de l'analyse morphologique et fonctionnelle des pièces sera établi (sous la forme d'un tableau lorsque les objets sont nombreux) comprenant les points suivants :

- mise en forme
- variabilité morphologique
- fonctionnement
- matière travaillée
- entretien, ravivage
- indices d'utilisation multiple

## **3. Synthèse de la démarche d'analyse proposée et discussion**

### **3.1. Plan type de présentation des séries**

Pour la présentation de chacune des séries, nous avons adopté le même plan type reprenant le déroulement de la démarche d'analyse.

#### **3.1.1. Présentation du site et des données**

1. une première partie sera consacrée à la présentation du site, des méthodes de fouille, de la stratigraphie et des hypothèses proposées quant à sa fonction ;
2. une seconde partie donnera une présentation générale du mobilier de pierre comprenant une classification typologique, une répartition en fonction des grandes catégories de matière première, les différents types de basalte et les outils réalisés dans cette roche seront détaillés en dernier lieu ;
3. nous présenterons ensuite l'étude morphologique et tracéologique du matériel en basalte utilisé en percussion posée diffuse par catégorie d'outil.

Nous avons choisi afin d'alléger le texte, de présenter en petits caractères les descriptions détaillées des pièces et des traces d'usage. Un résumé des conclusions de ces études en adoptant une police normale sera donné à la fin de chaque partie, nous espérons permettre ainsi une lecture à deux niveaux des analyses effectuées.

#### **3.1.2. Bilan de l'analyse pour chaque site**

Pour chaque assemblage, la synthèse des résultats sera orientée vers les problématiques suivantes : caractérisation de la gestion de l'outillage, typologie et fonction, complémentarité de l'outillage pour les différentes catégories d'outils indiquant le travail d'une même matière d'œuvre et pour les éléments fonctionnant en couple.

Ce bilan sera établi d'une part par catégorie d'artefact et d'autre part en discutant pour l'ensemble de la série les différentes étapes du cycle de vie des objets, en faisant le point dans un premier temps sur l'état de conservation de la collection :

- état de conservation de la collection : nous tenterons d'évaluer l'incidence des processus post-dépositionnels sur l'assemblage. Ceci nous permettra de définir les limites imposées à l'étude morphologique et tracéologique de l'outillage ;
- choix des matières premières : il s'agira de déterminer si l'on observe une utilisation différentielle des types de basalte employés, en particulier en opposant matières vacuolaires et non vacuolaires, à grains grossiers ou fins, plus ou moins homogènes ;

- caractérisation des modes de mise en forme : nous établirons une synthèse des mises en formes reconnues, des variations d'investissement dans les productions selon les catégories d'artefact ;
- cycle utilisation et ravivage des pièces : nous confronterons les hypothèses relatives aux modes de fonctionnement proposée à la suite de l'étude morphologique des objets et les conclusions de l'analyse tracéologique. Nous établirons un bilan des liens pouvant être envisagés entre forme, fonctionnement et matières travaillées ainsi que des activités représentées sur le site. Par ailleurs, nous tenterons de définir les comportements d'entretien de l'outillage ;
- enfin, nous ferons le point sur les cas de réemploi et recyclage reconnus et nous rechercherons si des circulations entre différentes catégories d'outil peuvent être mises en évidence.

Une telle synthèse n'a cependant pas pu être effectuée pour tous les sites étudiés ceci en raison du faible effectif de certaines séries ou de problèmes liés à la gestion de collection ancienne. Les conclusions avancées se limitent pour certains sites à évoquer différents aspects des points évoqués précédemment.

### ***3.2. Discussion : une démarche adaptée aux particularités de chaque série***

Des modifications à cette démarche d'analyse globale ont été apportées pour l'étude de certaines séries. Nous les présenterons brièvement ici. Nous aimerions par ailleurs justifier différents choix.

Pour les fouilles anciennes de Mallaha, se sont posés des problèmes de gestion des collections et nous avons finalement dû travailler sur un échantillon réduit du matériel correspondant à une partie de la zone fouillée. Par ailleurs, le ramassage des pièces lors de la fouille semble avoir été sélectif. Il est donc apparu difficile de raisonner sur les modes de gestion de l'outillage.

Pour ce site nous avons séparé l'étude des fouilles anciennes et récentes pour plusieurs raisons :

- ces campagnes ont porté sur des niveaux différents : les dernières campagnes se sont intéressées au niveau Natoufien final de l'occupation peu exploré lors des fouilles anciennes ;
- les méthodes de fouille employées sont différentes. Ainsi, nous ne disposons pas de la même précision dans la collecte des données de terrain pour les deux assemblages.

La série de la grotte d'Hayonim a déjà fait l'objet d'une étude générale par Belfer-Cohen (1988c) dans le cadre d'un travail de thèse. Nous reprendrons ses résultats pour donner une répartition de l'assemblage en fonction des différents types d'outil. Nous ne proposerons pas de répartition en fonction de la typologie de Wright. Celle-ci sera donnée lors de l'étude du matériel en basalte.

La série de la terrasse d'Hayonim représente quant à elle un matériel pour la plupart inédit. Les méthodes de fouille nous permettait à priori d'aborder pleinement l'ensemble des

problématiques évoquées précédemment. Cependant, les fouilles n'ayant porté que sur une petite partie du site, des biais dans l'échantillon récolté ont dû aussi être pris en compte.

### **3.3. Analyse comparée des assemblages des différents sites étudiés**

En conclusion de cette quatrième partie, nous proposons un chapitre consacré à l'analyse comparée des données des différents sites étudiés. Les gisements pris en compte dans cette étude appartiennent à l'aire centrale du Natoufien, la zone "Carmel-Galilée". Ils documentent par ailleurs la séquence entière de cette période. Leur étude comparative nous permettra d'appréhender la variabilité des assemblages et des modes d'utilisation des outils au sein de l'un des ensembles culturels du Natoufien et de rechercher si des variations diachroniques apparaissent. Ce bilan sera effectué en s'attachant tout d'abord à comparer les séries de la grotte et de la terrasse d'Hayonim, puis les différentes collections provenant de la fouille de Mallaha. Enfin, une synthèse générale sera établie par catégorie de vestige.



## Chap II : La grotte d'Hayonim

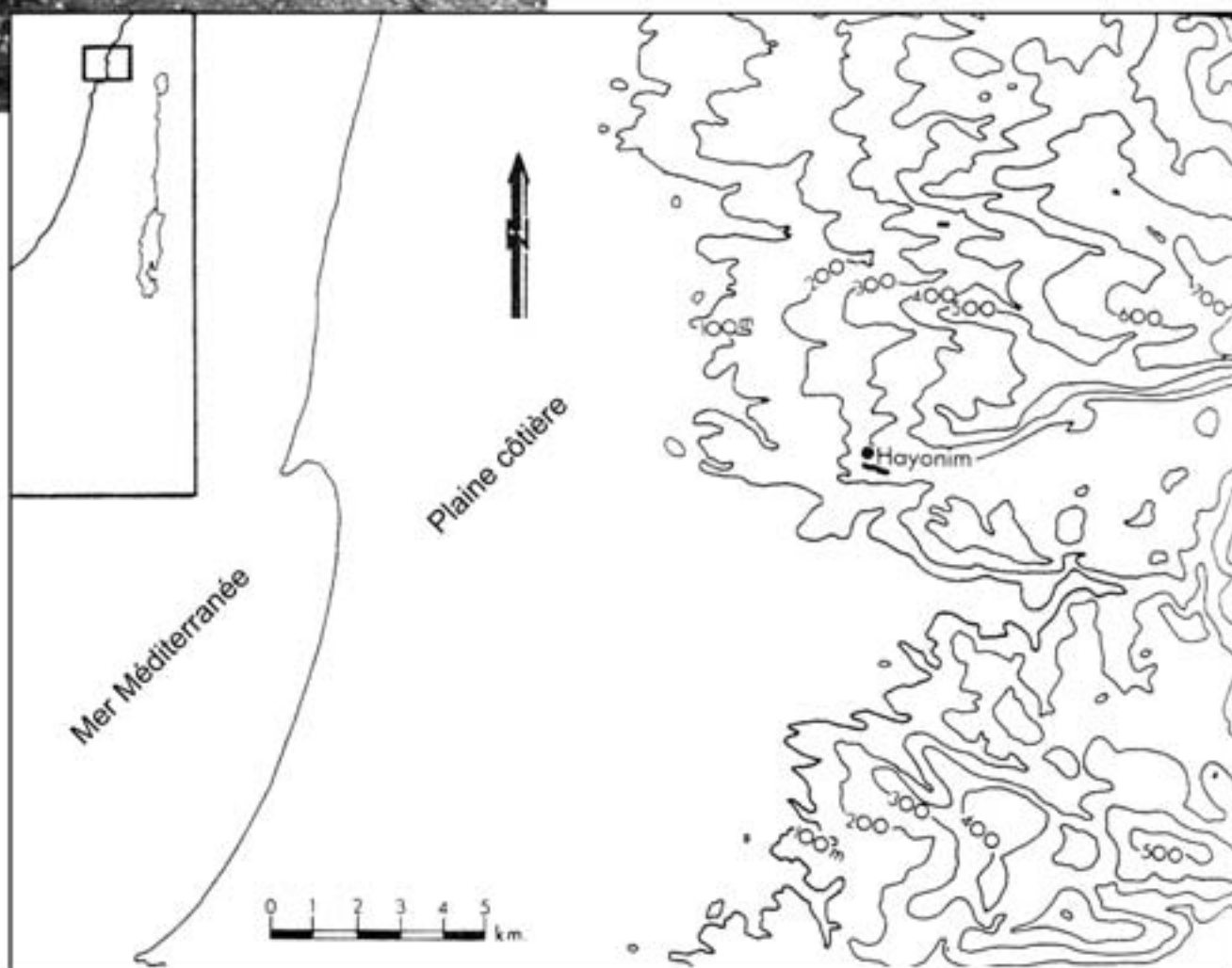


Planche 56 : localisation du site d'Hayonim d'après Henry *et. al* 1976, p.392

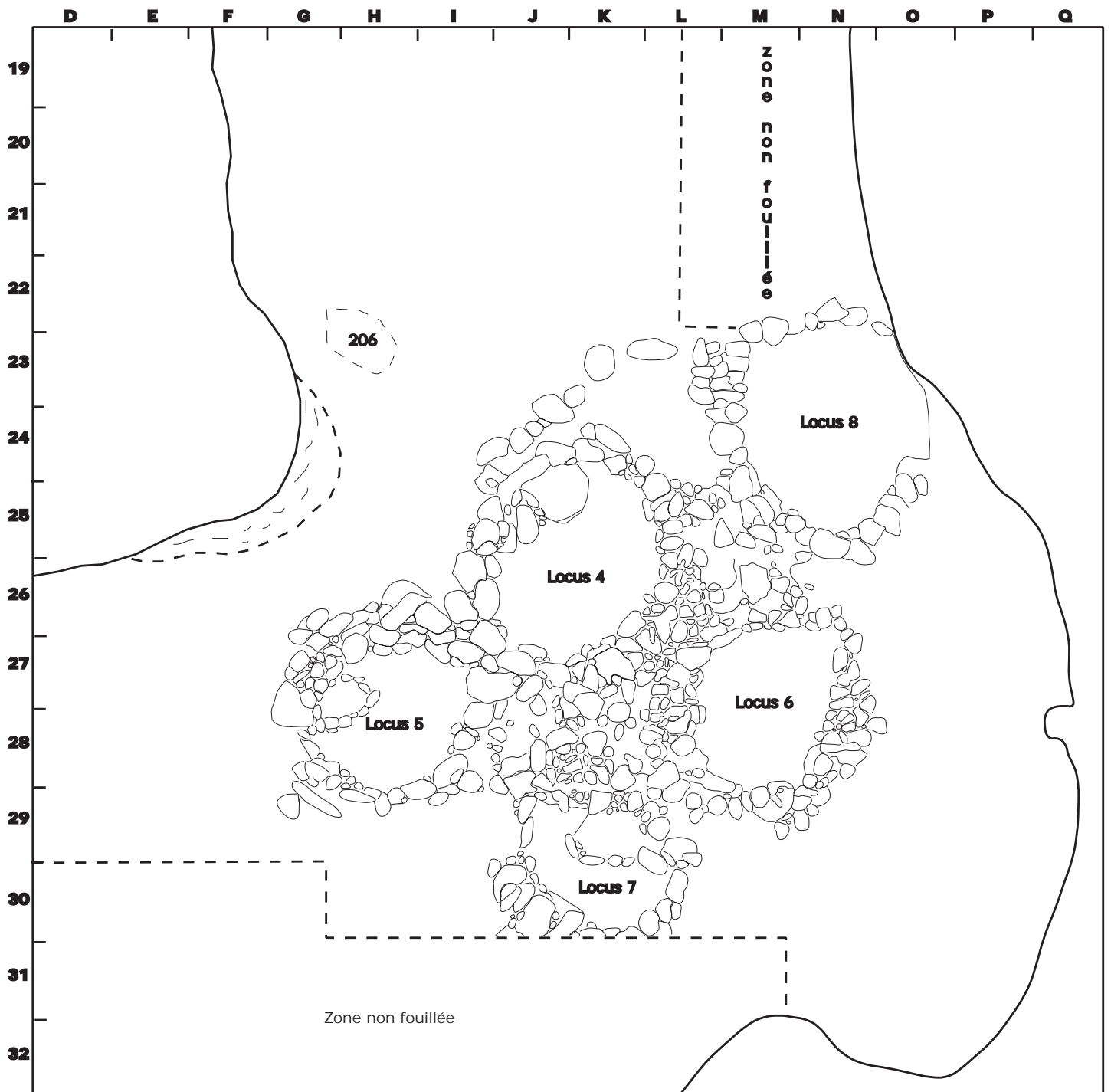


Planche 57 : plan de la grotte durant la phase 1 de l'occupation natoufienne, d'après Belfer-Cohen (1988)



## **Chapitre 2. La grotte d'Hayonim**

### **1. Présentation du site**

Cette étude porte sur les fouilles effectuées de 1965 à 1971, analysées en 1988 par Anna Belfer-Cohen dans le cadre de son travail de thèse. Le site a fait depuis l'objet de différentes campagnes de fouille portant sur une aire réduite. Les résultats de ces derniers travaux ne sont pas pris en compte ici.

#### **1.1. Localisation du site, méthode de fouille**

Le gisement d'Hayonim est situé dans les contreforts occidentaux de la Haute Galilée, sur la rive droite du Nahal Meged, à 14 km à l'est de la Méditerranée (Valla, 1984 ; Planche 56). La grotte a été formée dans les calcaires de l'horizon Cénomancien supérieur de la formation de Yanuch. Elle comprenait à l'origine au moins quatre chambres dont deux sont aujourd'hui intactes. La chambre dans laquelle les fouilles ont été effectuées est d'environ 150 m<sup>2</sup>.

Le site a fait l'objet d'une première campagne de fouilles en 1965 suite à un sondage effectué en 1964 par O. Bar-Yosef, B. Arensburg et E. Tchernov. Les opérations archéologiques se sont poursuivies jusqu'en 1971.

La fouille a été effectuée par unités de quart de mètre carré. Pour le niveau natoufien, les structures évidentes ou latentes orientent généralement la stratégie de fouille. Les objets d'une longueur supérieure à 5 cm ont été coordonnés en trois dimensions. Au niveau stratigraphique, lorsque aucun changement sédimentaire n'est apparu, des unités arbitraires de cinq centimètres de profondeur ont été créées. Le sédiment a été systématiquement tamisé et trié. Des échantillons ont par ailleurs été traités par flottation.

#### **1.2. Stratigraphie**

##### **1.2.1. Les différents niveaux d'occupation**

La grotte a été occupée au moins depuis le Moustérien jusqu'à l'époque actuelle où elle a été utilisée comme bergerie. Quatre grandes unités ont été reconnues : le niveau A comprend les dépôts accumulés depuis le second siècle av. J.C. jusqu'au présent. Il est essentiellement constitué d'une alternance de couches noires et blanches résultant d'un nettoyage régulier par le feu pratiqué par les bergers. A la base de cette séquence, un atelier de production de verre datant de l'époque byzantine a en partie perturbé le niveau B correspondant à l'occupation natoufienne que nous décrivons en détail plus loin. Le niveau C connaît une extension limitée dans la grotte et correspond à l'occupation kébarienne. Le niveau D comprend des assemblages aurignaciens et le niveau C, les occupations moustériennes.

## 1.2.2. Les niveaux natoufiens

L'ensemble B peut être globalement caractérisé comme un niveau de sédiment brun à brun clair dont l'épaisseur varie entre quelques centimètres et un mètre. Nous disposons de deux dates radiocarbone, effectuées sur des graines de lupin carbonisées, pour la partie supérieure de la séquence : 12360 ± 160 B.P. et 12010 ± 180 B.P.

L'occupation natoufienne est divisée d'une part spatialement en différents *loci*, correspondant à des constructions, ou aires ouvertes (Planche 57) et d'autre part stratigraphiquement en cinq phases d'occupation. Cette division en 5 phases (tableau 30) est utile pour étudier le matériel et les relations entre les différents *loci*. Sur la base des datations obtenues et de l'industrie lithique, l'occupation de la grotte est attribuée au Natoufien ancien (phases I/II) et récent (phases IV/V). Par ailleurs une période dite "intermédiaire" est isolée correspondant à la phase III (Belfer-Cohen, 1988c, p.129). La phase du Natoufien final n'est probablement pas représentée (Belfer-Cohen, *op. cit.*, p.284).

Phases	Structures, aires, sépultures	Attribution culturelle
I	<i>Loc</i> i 3, 4, 5, 7 ; Aires 202, 206 ; Sépultures II, XIII, IX, VI?, VII?	Natoufien ancien
II	<i>Loc</i> i 4, 5, 6, 7 ; Aires 202, 206 ; Sépultures I, VI?, VII? VIII	
III	<i>Loc</i> i 4, 5, 6, 7, 8 ; Aires 202, 203, 206 ; Sépultures III.	Intermédiaire
IV	<i>Loc</i> i 1, 2, 4, 6, 8, 9 ; Aire 201, 202, 203, 204, 206 ; Sépulture XVI?	Natoufien récent
V	<i>Loc</i> i 4, 6, 8, 9 ; Aire 201, 203, 204, 205 ; Sépultures V, VI, X, XI, XII, XIV, XV, XVI ?	

tableau 30 : d'après Belfer-Cohen (1988c), détail de la stratigraphie du niveau B (Natoufien) de la Grotte d'Hayonim, division en cinq phases regroupées en trois périodes principales d'occupation.

Belfer-Cohen (*op. cit.*, p.42-43) note un changement dans l'intensité de l'occupation et son étendue spatiale au cours du Natoufien. Les premières occupations sont exposées à l'entrée de la grotte, elles consistent en une structure construite (*locus* 3) avec sole et foyer aménagé. Les sépultures XIII (creusée à l'intérieur du *locus*), IXa ainsi que la partie ancienne de VI pourraient appartenir à cette période. Suit une phase d'utilisation plus intensive de la grotte recouvrant probablement Natoufien ancien et récent. Elle comprend les *loci* 4, 5, 6, 7 et peut être 8 et 9 ainsi que de nombreuses sépultures : III, IV, VII, VIII, IXb. Les *loci* 6, 8 et 9 sont ensuite utilisés comme des sépultures (XI, XII, XIV, XV, XVI). La plupart des zones ouvertes fouillées appartiennent à cette phase. La fin de l'occupation de la grotte (fin du Natoufien récent) est essentiellement caractérisée par des sépultures localisées dans l'entrée et des structures moins investies (*loci* 1 et 2). Par ailleurs, cette phase d'occupation pourrait comprendre une partie de l'utilisation des *loci* 8 et 9 et de l'aire 201.

## **1.3. Structuration spatiale et mode d'occupation**

### **1.3.1. Industries et éléments de parure**

En ce qui concerne l'industrie lithique, les particularités du site s'expriment dans l'abondance des burins qui apparaissent comme les outils dominant bien que leur importance relative baisse le long de la séquence. Le phénomène inverse est observé pour les éléments de faucille ainsi que pour les microlithes (Belfer-Cohen, 1988c, p.122). Les segments de cercle représentent 99% des microlithes géométriques.

L'industrie osseuse est abondante et diversifiée. Poinçons et outils appointés dominent l'assemblage. Les aiguilles en sont en revanche absentes ce qui constitue une autre particularité du site (Belfer-Cohen, *op.cit.*, p.173). Une étude fonctionnelle indique que la majorité des outils a été employée pour le travail du cuir ou de la peau ainsi que pour celui de végétaux ligneux probablement lié aux activités de vannerie (Campana, 1989 ; Belfer-Cohen, *op. cit.*, p.172).

Certains éléments de parure en os connus dans différents autres sites ne sont représentés que par quelques exemplaires dans le site. A l'inverse, les perles réalisées sur des tibio-tarses de perdrix sont abondantes et peu représentées dans les autres sites.

Matériel de broyage et mobilier de pierre sont aussi abondants. Nous présenterons cet assemblage dans la partie suivante.

### **1.3.2. Structures évidentes et latentes**

Neuf *loci* ont été mis au jour lors des campagnes réalisées de 1965 à 1971 (numérotés de 1 à 9). Il s'agit de structures rondes à ovales d'un diamètre moyen de 2 à 2,5 m. Elles ne présentent pas d'entrée. Les murs sont généralement préservés sur une élévation de 0.60 à 0.70 m (Bar-Yosef, O. 1991). Certains *loci* s'appuient en partie contre la paroi de la grotte. Pour la plupart, les murs sont formés de dalles reposant contre un remplissage de pierre. Des fragments de matériel de broyage ont été utilisés pour la construction des *loci* 4 et 6. Le matériel mis au jour dans la plupart de ces structures indique des activités "domestiques" (Bar-Yosef, *op.cit.*). Le *locus* 4 quant à lui a probablement servi d'atelier de production de plâtre et, dans une phase plus récente, de travail de l'os. On note dans son remplissage la présence d'os humains isolés ainsi que de macro-restes végétaux : graines de lentilles, restes d'amandes et de glands.

Plus de quarante huit sépultures ont été découvertes. Elles sont généralement réalisées à l'intérieur des *locus* et correspondent à une phase finale d'utilisation des structures. Belfer-Cohen (*op. cit.*, p.242) propose une utilisation principale du site comme lieu d'inhumation dans sa dernière phase d'occupation.

Entre les *loci*, cinq aires ont été mises au jour. Elles correspondent à des zones isolées en fonction de leur remplissage et de la nature des vestiges découverts. L'aire 201 par exemple,

s'étendant sur 14 m<sup>2</sup>, comprend plusieurs caches localisées contre le mur de la grotte. L'une d'elle comporte quinze bois de gazelle brûlés, un nucléus, un percuteur en calcite, et un dentale. Une seconde est composée de dix pilons de basalte et de calcaire ainsi que d'une molette, enfin la troisième de côtes de bovidés dont une a été transformée en manche de faucille.

Les zones entre les *loci* et aires apparaissent pauvres en vestiges. Au cours des différentes phases d'occupation, les concentrations les plus importantes de silex sont retrouvées dans le remplissage des *loci* 4 et 6. Le mobilier de pierre et, dans une moindre mesure, les outils d'os ainsi que les dentales sont plus concentrés le long de la paroi est de la grotte (Belfer-Cohen, *op. cit.*, p. 283).

### 1.3.3. Fonction du site

Une comparaison entre les occupations de la grotte et de la terrasse conduit Bar-Yosef et Belfer-Cohen (sous presse) à proposer l'hypothèse d'une utilisation essentiellement rituelle de la grotte. Nous développerons ce point dans le dernier chapitre consacré à l'analyse comparée des séries.

Nous nous intéresserons dans les sections suivantes au mobilier de pierre. Une première partie sera consacrée à la présentation générale de l'assemblage. Nous reprendrons les résultats du travail de thèse de Belfer-Cohen (1988c) que nous compléterons occasionnellement par nos propres observations. Nous détaillerons ensuite la gestion et l'exploitation du basalte dans les niveaux natoufiens puis, nous nous attacherons à l'analyse détaillée du matériel en basalte utilisé en percussion posée.

## 2. Le mobilier de pierre, présentation générale

### 2.1. Types de roche, modes de transformation et d'utilisation

#### 2.1.1. Les différentes catégories d'outil

##### 2.1.1.1. Répartition générale de l'assemblage

Le tableau 31 présente la répartition générale des catégories d'outils effectuée par Belfer-Cohen (1988c, p.179 à 181). Cette classification, propre à l'assemblage d'Hayonim, détaille par ailleurs le type de matière première.

Trois catégories typologiques principales dominent l'assemblage du mobilier de pierre :

- les outils sur nucléus et *heavy duty tool* : les *heavy duty tool* présentent des morphologies de type galet aménagé, burin, grattoir, nucléus. Ils sont en général de taille plus importante et en calcaire. Il est parfois difficile de déterminer dans quelle mesure ils ont été intentionnellement mis en forme ou résultent d'une réduction liée à l'utilisation.

Plusieurs catégories de *heavy duty tool* montrent aussi des traces d'utilisation en percuteur (tableau 31). Belfer-Cohen (*op. cit.*, p.198), avance l'hypothèse d'une relation de continuité entre les percuteurs/grattoirs et les percuteurs/nucléus.

- les percuteurs et enclumes : deux catégories générales de percuteurs sont différenciées : - les formes arrondies présentant des traces de percussion sur les bords latéraux - les formes allongées, les traces d'utilisation sont localisées sur une ou deux extrémités, elles sont généralement associées à des enlèvements résultant de l'utilisation. La plupart des pièces sont en calcaire, elles présentent une grande hétérogénéité des poids et des formes. Belfer-Cohen mentionne aussi la présence sur certaines pièces d'ocre et de petites plages polies (1988c, p.195). Les enclumes constituent une catégorie hétérogène puisque cette classe regroupe de grandes dalles de calcaire portant des stigmates de percussion ainsi que des enlèvements sur la circonférence de la pièce et/ou sur la face plane.

- le matériel de broyage (en grisé dans le tableau 31) représente 40,5% du mobilier de pierre (en nombre d'objet). Nous détaillerons cet outillage dans la partie suivante.

- Par ailleurs, d'autres catégories d'objets sont aussi représentées, parmi celles-ci, mentionnons en particulier :

- les pierres à sillon : elles comprennent, selon la classification de Belfer-Cohen (1988c) des "poids de filet" en grès et des pierres à rainure en basalte et en grès ;

- les *muller* : il s'agit d'outils généralement en calcaire de forme en plan foliacée – ovale dont l'un des bords est plus épais que l'autre (section transversale en forme de larme). Ce bord épais qui est convexe à légèrement concave en section transversale, présente des traces d'utilisation en percussion lancée (petites traces d'impact) et probablement posée (zone d'abrasion).

Parmi le mobilier en pierre, on compte aussi plusieurs fragments de calcite, de calcaire poli et mis en forme pour produire des pendentifs, des perles probablement intrusives, des dalles de calcaire décorées selon des motifs géométriques (de nombreuses ont été découvertes dans les fouilles récentes).

Les fragments de calcaire ou de basalte sont peu nombreux. Les premiers pourraient provenir de l'utilisation et de la mise en forme des *heavy duty tool*. Les fragments de basalte ne présentent pas de stigmates particulier, sur l'échantillonnage étudié, aucun éclat n'a été identifié.

### 2.1.1.2. Le matériel de broyage

Plusieurs fragments portant des traces de mise en forme ou d'utilisation ont été mis au jour, ils constituent probablement des débris d'outils de broyage. Parmi les artefacts identifiables, les classes suivantes ont été reconnues : les mortiers et pierres à cupules, les pilons, les molettes. En basalte ou en calcaire, ces outils constituent une grande partie des pierres introduites dans la grotte (si l'on exclue les pierres de construction et de pavement). Les formes creuses de type mortiers, pierres à cupule et pilons dominent largement l'assemblage.

Type	Phase I	II	III	IV	V	Total
<i>Mortiers et pierres à cupule</i>						68
calcaire	4	3	7	12	16	
basalte	2	2	4	11	7	
<i>Pilons</i>						149
calcaire	4	3	6	11	11	
basalte	11	23	14	41	25	
<i>Molettes</i>						27
calcaire		2	2	1		
basalte	2	7	5	3	5	
<i>Mullers (cal)</i>	5	4	7	3	7	26
<i>Proto-muller</i>						17
calcaire		1	1	1	2	
basalte				1		
galet	3	2	4	2		
<i>Percuteurs</i>						164
calcaire	13	13	24	26	22	
galet	7	2	12	17	7	
quartz	2	1	1	8	9	
<i>Percuteurs sur (cal)</i>						78
galet aménagé	3	3	4	7	5	
heavy duty / grattoir	1		5	7	3	
burin	5	4(1)	3	2	6	
grattoir	3	2	1	1	1	
nucléus	1	3(2)	1	2	1	
enclume	1	2		1		
<i>Heavy duty</i>						80
racloir	3	3	4	6	4	
burins (cal)		1	1		2	
racloirs (cal)	2	2		4	3	
nuclei (cal)	5	4	3	4	8	
enclumes (cal)	2	3	1	1	3	
denticulés		1				
perçoirs				1		
pic		1		1		
divers	3	1	2	1		
<i>Battered (cal)</i>		1	1	3		5
<i>Pierres à sillon</i>						7
calcaire	1					
basalte	1			1		
grès		1		2		
argile ?			1			
<i>Fragments</i>						39
calcaire	3		3	6	9	
basalte	5	1	4	4	4	
<i>Total</i>	92(5)	96(24)	121(29)	191(28)	160(10)	660
<i>Poids basalte</i>	13750	30410	226	578	31890	

tableau 31 : classification du mobilier de pierre de la grotte d'Hayonim et répartition selon les différentes phases d'occupation d'après Belfer-Cohen (1988c). En grisé : le matériel de broyage.

### *Mortiers, et pierres à cupule*

Suivant Bar-Yosef, O. et Goren (1973), les mortiers ont été divisés en deux types : - les mortiers profonds de type *stone pipe* - les bols/mortier. Par ailleurs, des mortiers réalisés dans la roche encaissante (*bedrocks mortars*) sont présents à proximité de la grotte, ils indiquent qu'une partie des activités de pilage et de broyage a été effectuée en dehors de la grotte.

La définition des mortiers profonds est fondée dans l'étude de Belfer-Cohen (1988c) sur les exemplaires entiers connus (El Wad, Hayonim Terrasse, Jéricho) : ils sont en général en calcaire, la concavité atteint entre 0.7 et 0.9 m de profondeur et leur diamètre est supérieur est de 10 cm. Trois fragments ont été mis au jour contre 26 fragments de bol/mortiers de basalte et 35 en calcaire. Un des fragments de mortier est décoré. Quelques pièces contiennent de probables résidus des matériaux broyés : deux présentent des traces d'ocre à l'intérieur de la concavité et un troisième en porte aussi sur la surface extérieure. Du charbon et des cendres ont aussi été découverts ainsi que les restes d'un matériau brûlé qui n'a pu être identifié. Plusieurs de ces fragments ont été réemployés en pierre de construction.

Les pierres à cupule varient en taille (cupule allant de 3cm à plus de 10 cm de diamètre) et en localisation : sur des dalles, des mortiers etc. Quatre blocs de calcaire portant des cupules ont été découverts, l'un d'eux a été utilisé en pierre de construction. Une des pierres à cupule, réalisée dans un fragment de mortier, présente des traces d'ocre localisées dans la cupule.

### *Les pilons*

Les pilons sont majoritairement en basalte (114 objets contre 35 en calcaire), leur longueur varie entre 8.4 et 46 cm. Ils sont le plus souvent circulaires ou ovales en section. L'assemblage comporte plusieurs pilons plats similaires à certains spécimens retrouvés au Néolithique (type *loaf shaped*). Selon Belfer-Cohen (1988c, p.210), les analogies ethnologiques suggèrent qu'ils ont été utilisés avec des dalles de broyage à ensellure, cependant aucun outil de ce type n'a été trouvé à Hayonim.

Les pilons varient aussi en fonction de la morphologie de leur(s) extrémité(s) active(s). Ils sont généralement appointés ou arrondis, mais un nombre important d'objets a une extrémité dite de type "percuteur" (*hammerstone*) présentant des traces d'utilisation de type esquillements ou enlèvements d'éclats. Quinze pilons, douze en basalte et trois en calcaire, montrent des traces d'ocre.

### *Les molettes*

Vingt sept molettes sont décomptées par Belfer-Cohen (*op. cit.*, p. 191) dont vingt deux sont complètes et cinq sont en calcaire. La plupart sont de section biconvexe et trois spécimens présentent une section plane-convexe. Trois d'entre elles portent des traces d'ocre. Nous n'avons pas, pour notre part, identifié de molette en calcaire. Nous verrons plus loin que nous avons retenu comme molette typique un nombre plus limité d'objets.

## 2.1.2. Les remontages et indices de réemploi

Huit remontages ont été retrouvés lors des recherches effectuées par Belfer-Cohen (*op. cit.*, p.182) : quatre pilons de basalte, trois mortiers (deux en basalte et un en calcaire) et un fragment d'un outil indéterminé. Quatre d'entre eux relient des fragments provenant de la même phase et quatre autres de phases différentes. Parmi ces derniers, trois d'entre eux sont des fragments de pilons qui ont été réutilisés pour la construction des structures. Le seul remontage indiquant un transport sur une distance importante est un fragment de mortier en calcaire dont une partie a été retrouvée dans le *locus* 4 (Phase I) et une autre dans le *locus* 8 (Phase III) éloignés de 4 à 4.5 m et selon une différence de profondeur d'environ 0.5 m. Par ailleurs, le remontage d'un pilon plat indique que les deux fragments ont été utilisés indépendamment après leur fracturation.

Selon Belfer-Cohen (*op. cit.*, p.183-184), une partie des mouvements retracés par ces remontages pourrait résulter de perturbations post-dépositionnelles (nivellement dû aux byzantins par exemple) mais il est probable que les remontages (particulièrement ceux en basalte) retrouvés dans différentes phases indiquent des recyclages du matériel de broyage. Ceci peut constituer un indice de continuité de l'occupation natoufienne dans la grotte.

## 2.1.3. Les différentes matières premières exploitées

### 2.1.3.1. Les différentes catégories de roche

Différents types de roche ont été collectés, les mieux représentés dans le mobilier de pierre étant le basalte, le calcaire, le quartz et le grès. Certains d'entre eux (le calcaire, le quartz et le grès) peuvent se trouver dans les environs immédiats du site. La plus proche des sources de basalte se situe sur les formations de l'ouest ou de l'est du massif de la Galilée soit à environ trente kilomètres de la grotte. L'étude réalisée par Weinstein-Evron *et al.* (1999) indique un approvisionnement local ainsi que des matières provenant de l'est de la vallée du Jourdain.

### 2.1.3.2. Répartition en fonction des types d'outil

On constate une utilisation spécifique des différentes roches (tableau 32 et figure 3) : le calcaire a en effet été préférentiellement exploité pour une utilisation en percuteur et *heavy duty tools* et le basalte pour la production de matériel de broyage. Nous détaillerons dans la partie suivante l'assemblage des outils en basalte et présenterons l'échantillon sur lequel nous avons travaillé.



Types d'outil	calcaire	basalte	grès	quartz	argile ?	"galets" ou non précisé	total
Mortiers et pierres à cupule	42	26					68
Pilons	35	114					149
Molettes	5	22					27
Mullers	26						26
Proto-mullers	5	1				11	17
Percuteurs	98			21		45	164
Percuteurs sur outils	78						78
Heavy Duty Tools	60					20	80
Battered	5						5
Pierres à sillon	1	2	3		1		7
Fragments	21	18					39
<b>Total</b>	<b>376</b>	<b>183</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>76</b>	<b>660</b>

tableau 32 : répartition de l'outillage en pierre du niveau natoufien de la grotte d'Hayonim en fonction des différentes catégories de roche, selon les données de Belfer-Cohen (1988c).

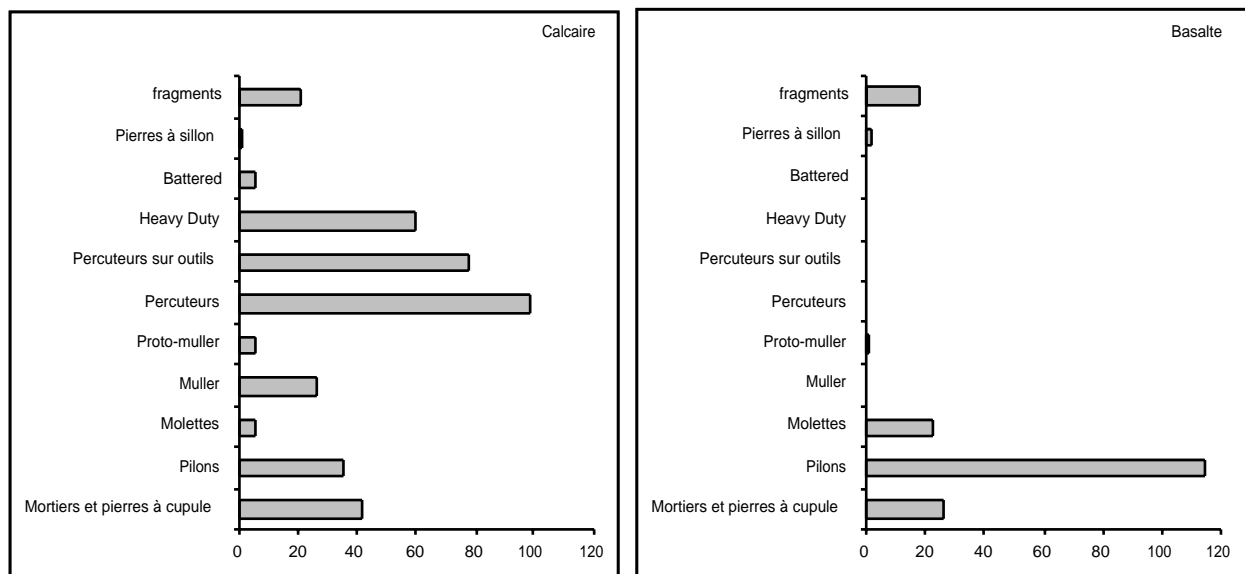


figure 3 : histogrammes de répartition des outils en calcaire (à gauche) et en basalte (à droite) (selon le nombre d'objets).

## 2.2. L'utilisation du basalte

Selon l'inventaire général des fouilles, la totalité de l'assemblage des basaltes comprend 196 pièces. Les données présentées par Belfer-Cohen portent sur 183 objets, en sont exclues les pièces sans attribution par phase et celles associées aux sépultures. Notre analyse porte sur 187 pièces (les pièces remontées comptant pour un objet), quelques objets manquent, ce sont majoritairement des mortiers / pierres à cupule ainsi qu'une molette. Ils correspondent à des pièces laissées sur place, parties pour analyse ou prêtées à des musées.

## 2.2.1. Différents types de basalte

### 2.2.1.1. Classification

L'étude de l'ensemble des artefacts en basalte nous a permis de distinguer huit matières :

- type A : basalte très homogène à grains fins, de couleur gris clair, les surfaces de fracture présentent de petites proéminences de forme cubique. De petits cristaux blancs sont perceptibles macroscopiquement ainsi que des cristaux noirs de plus grande taille.
- type B : la matière est poreuse en surface, ceci pouvant être lié à des altérations superficielles (déchaussement de cristaux), l'intérieur n'est généralement pas vacuolaire mais comprend parfois des vacuoles de grande taille. La roche est très homogène et compacte, on ne distingue pas de cristaux à l'œil nu à l'exception de cristaux noirs de morphologie ronde ou allongée (batonnet). Les plans de fracture sont irréguliers et présentent des sortes de lignes et petits rebroussés.
- type C : la matière est peu vacuolaire, les grains sont fins, ils ne sont pas visibles macroscopiquement, les plans de fracture présentent des sortes de petites boules.
- type D : les grains sont de taille moyenne, discernables à l'œil nu. La plupart sont blancs translucides de formes diverses, certains sont noirs de plus grosse taille, de morphologie arrondie. Les plans de fractures sont assez réguliers et granuleux.
- type E : la matière est très homogène et non vacuolaire, les grains sont fins mais perceptibles à l'œil nu. On note la présence de cristaux blancs translucides et d'autres noirs de plus grande taille et de morphologie arrondie. Les plans de fracture sont irréguliers, ils présentent de petites boules.
- type F : rassemble l'ensemble des matières fortement vacuolaires, quelque soit la matrice (à l'exception du type H).
- type G : elle est très homogène, les grains ne sont pas perceptibles à l'œil nu mais présentent par contre des cristaux noirs translucides de taille importante.
- type H : matière très poreuse présentant de nombreuses vacuoles de petite taille, des grains fins. A la binoculaire on distingue des agglomérats de cristaux blancs translucides. Les plans de fractures sont irréguliers.

Certains types de basalte représentés par un petit nombre d'objets ont été classés dans une catégorie dite "particulière".

Tous les basaltes, à l'exception des catégories F et H, sont peu à non vacuolaires. La plupart sont très homogènes et comportent des grains fins non perceptibles à l'œil nu à l'exception du type D qui est une roche plus grenue, présentant des cristaux de plus grande taille. Ainsi, l'ensemble des basaltes récoltés peut être réparti en trois grands groupes :

- le groupe des basaltes très homogènes à grains fins et fortement soudés ;
- les matières plus grenues représentées par le type D ;
- les matières vacuolaires de type F et H.

### 2.2.2.2. Répartition au sein de l'assemblage

Le tableau 33 et la figure 4 donnent une répartition générale de l'assemblage des basaltes en fonction du nombre d'objets et des poids, en nombre absolu et pourcentage. Les matières sont regroupées selon les grands ensembles définis plus avant.

Si l'on compare les différentes catégories de roche, les basaltes les plus grenus de type D sont les mieux représentés. Si l'on regroupe d'une part les matières à grains fins et d'autre part les matières vacuolaires, celles-ci dominent l'assemblage : elles constituent respectivement 41.7% et 24.6% de l'assemblage en fonction du nombre d'objet, 33.2% et

30.9% en fonction de la masse contre 25.7% (selon le nombre d'objets) et 26.8% (selon la masse) pour les basaltes à grains grossiers.

Type de basalte	Nombre	%	Masse (gr)	%
A	27	14.4	16987	11.7
C	28	15	17084	11.7
E	14	7.5	8970	6.2
G	9	4.8	5268	3.6
D	48	25.7	39030	26.8
F	17	9.1	17020	11.7
H	29	15.5	27920	19.2
Par	5	2.7	3910	2.7
Indet	10	5.3	9530	6.5
<b>Total</b>	<b>187</b>	<b>100</b>	<b>145719</b>	<b>100</b>

tableau 33 : représentation des différents types de basalte de l'assemblage natoufien de la Grotte d'Hayonim (en grisé, les matières vacuolaires).

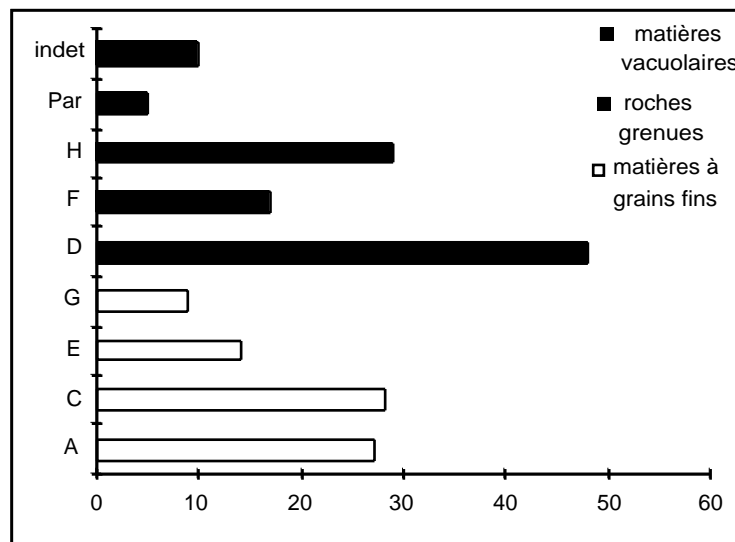


figure 4 : répartition des différents types de basalte (selon leur masse totale) du niveau natoufien de la grotte d'Hayonim.

La taille des mortiers et des pilons indique probablement l'exploitation de gros blocs érodés voir une extraction de blocs de taille importante, quelques objets témoignent de l'exploitation de wadi : les molettes et les galets utilisés bruts.

Une répartition en fonction des trois grandes phases d'occupation natoufiennes n'indique pas de variation notable dans l'importance relative des différents types de basalte.

## 2.2.2. Le matériel en basalte

### 2.2.2.1. Classification générale

Nous présentons ici une répartition générale de l'assemblage étudié selon la typologie de Wright (1992a et b). Ceci nous permettra de faire le point sur les différences entre notre classification et celle de Belfer-Cohen.

Description	Code	Décompte	%
Motiers/pierres à cupule	B	19	10.2
Pilons	D	114	61
Molettes	C	5	2.7
Galets/blocs utilisés bruts	G	19	10.2
Pierres à rainures	I	4	2.1
Outils multiples	L	5	2.7
Fragment de matériel de broyage indéterminé	N	11	5.9
Divers		6	3.2
Sans attribution		4	2.1
<b>Total</b>		<b>187</b>	<b>100</b>

tableau 34 : Répartition de l'assemblage des basaltes du niveau natoufien de la grotte d'Hayonim en fonction de la typologie de Wright (1992a et b).

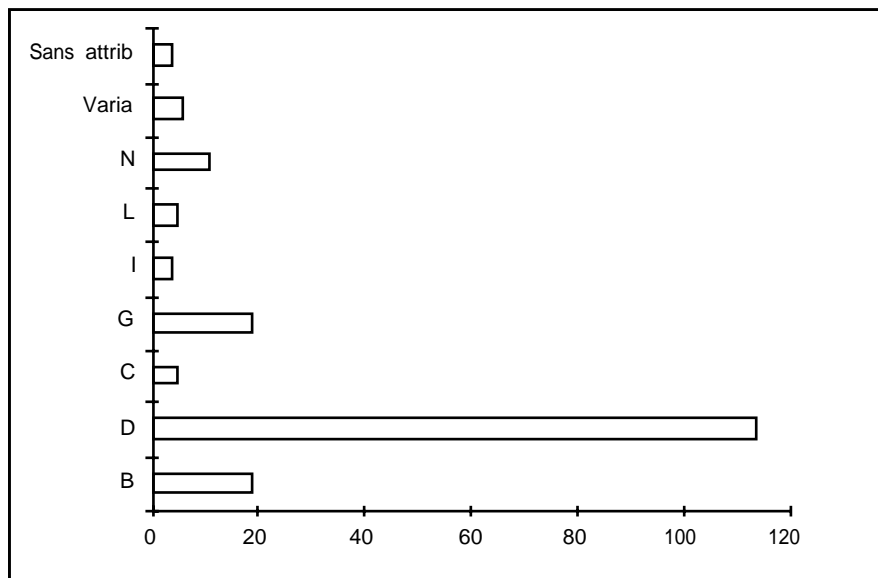


figure 5 : histogramme de répartition de l'assemblage des basaltes du niveau natoufien de la grotte d'Hayonim selon la typologie de Wright (1992a et b).

La principale différence entre notre classification et celle de Belfer-Cohen réside dans la catégorie des molettes pour laquelle nous avons gardé uniquement les pièces typiques c'est-à-dire montrant des traces de mise en forme. La majeure partie des objets considérés comme des molettes par Belfer-Cohen a été classée dans la catégorie de galets lustrés ou utilisés

bruts. Ces galets ne portent en général pas de traces évidentes de mise en forme. Les stigmates présents sur les pièces permettent de différencier deux catégories : les percuteurs - enclumes et les galets lustrés.

Les percuteurs - enclumes sont au nombre de sept. Ils portent des traces d'utilisation en percussion lancée (de type impact) ou des stries évoquant un fonctionnement en support / planche pour des percussions linéaires. Il n'y a pas de stigmates évidents d'utilisation en percussion posée diffuse des grandes faces. Les traces d'impact peuvent être localisées uniquement sur les extrémités (pièces 404, 785, 161) parfois associées à des enlèvements (le galet 785 porte par ailleurs des traces d'ocre). Pour une pièce (343), elles se développent aussi sur une des grandes faces planes. L'assemblage comporte douze galets lustrés qui seront présentés dans la partie suivante.

Les outils multiples comprennent deux pilons réemployés probablement pour un travail en percussion posée après fragmentation, un objet portant des traces d'utilisation en percussion lancée sur une extrémité et posée sur ces faces ainsi que deux galets présentant aussi des stigmates d'usage divers (association de traces d'impact, de stries et pour l'un deux d'un léger lustre).

La classe "divers" comprend ici un objet de type "*proto-muller*", deux pièces assez similaires montrant notamment des traces d'utilisation sur leur tranche, classées comme "percuteur-abraseur" lors de l'analyse de Belfer-Cohen ainsi que deux pilons/broyeurs.

Quatre galets (catégorie : sans attribution) ne portent pas de traces évidentes d'utilisation ou de mise en forme.

La plupart des fragments présente quant à eux de tels stigmates, il n'est cependant pas possible de les classer dans un des types définis par Wright.

### 2.2.2.2. Répartition chronologique

La répartition des différentes catégories d'outils à l'intérieur des trois grandes phases d'occupation natoufiennes indique une augmentation de l'importance relative des pilons et mortiers au Natoufien récent (tableau 35 et figure 6).

	Ancien	Intermédiaire	Récent	Indéterminé
Vase-mortier	3	4	12	-
molettes	1	-	3	1
pilons	33	10	61	10
Galets utilisés bruts	5	4	8	2
Pierres à rainure	2	-	2	-
Outils multiples	3	-	2	-
Fragments indéterminés	6	1	4	-
divers	1	2	2	1

tableau 35 : distribution de l'outillage en basalte au sein des trois phases d'occupation de la Grotte d'Hayonim

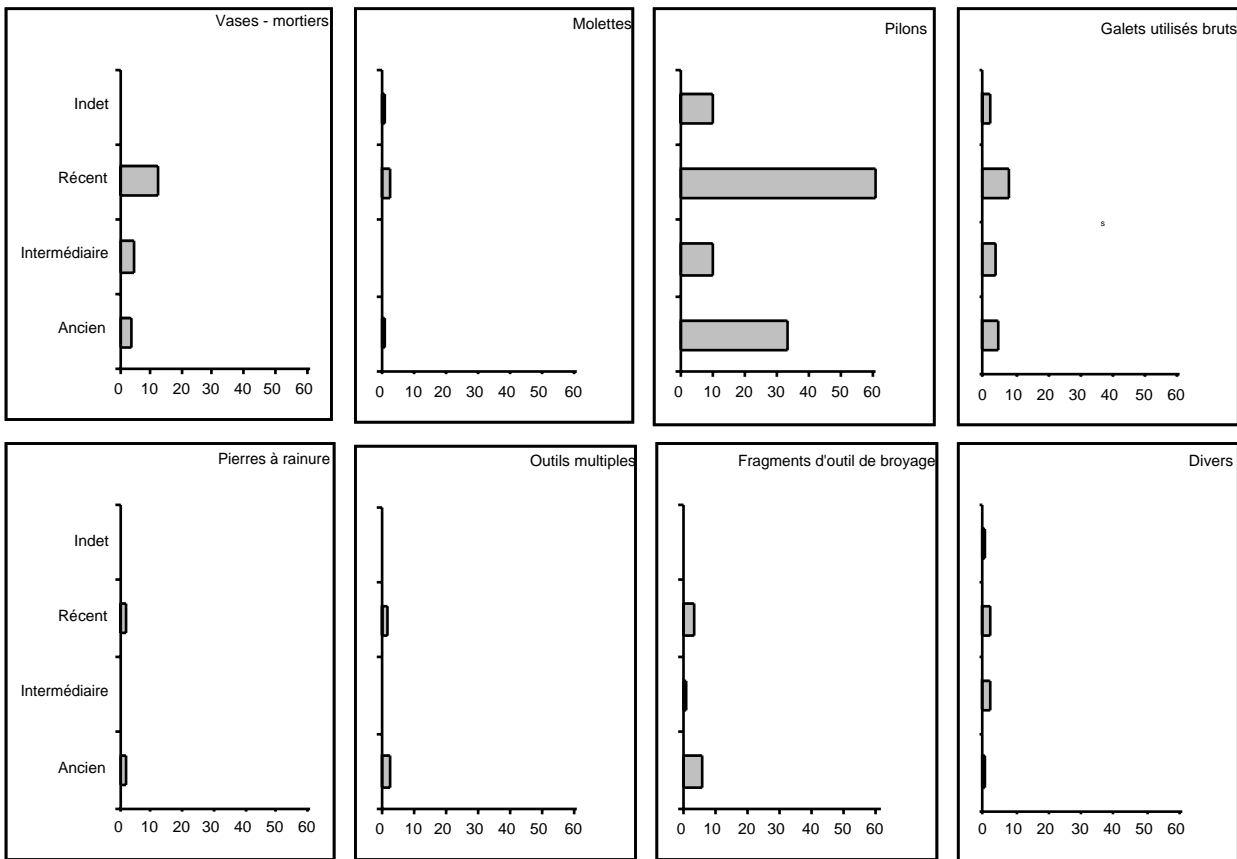


figure 6 : histogrammes de distribution de l'outillage en basalte au sein des trois phases d'occupation natoufiennes de la Grotte d'Hayonim

### 2.2.2.3. Répartition en fonction des catégories de basalte

La répartition des types de basalte en fonction des catégories d'outil ne donne pas de résultat significatif : pour chaque matière, l'effectif maximum correspond à la catégorie d'outil dominante, les pilons. Seule la matière G est majoritairement représentée dans la catégorie des galets utilisés bruts (8 objets sur 9), néanmoins le faible effectif de cette classe ne permet pas de conclure.

## 2.2.3. Synthèse de l'étude du mobilier de pierre de la grotte d'Hayonim

L'ensemble du mobilier de pierre du niveau natoufien de la grotte d'Hayonim comprend trois catégories principales d'outils : les percuteurs, les *heavy duty tool* et le matériel de broyage. Calcaire et basalte apparaissent comme les roches dominantes. Chacune d'elles a été préférentiellement utilisée pour la production de catégorie spécifique d'outil : le calcaire est plus fréquemment employé pour les deux premiers types mentionnés, le basalte pour le matériel de broyage. Les basaltes récoltés sont divers, les matières vacuolaires et celles à grains fins apparaissent dominantes. Aucune utilisation préférentielle d'un des types pour la production d'outil particulier n'a été mise en évidence. L'outillage en basalte témoigne de la collecte de galets ainsi que de l'exploitation de blocs de grandes tailles. Il n'y a pas d'indice de

production *in situ*. Au sein du matériel de broyage, les formes dites creuses (mortiers, pierres à cupule, pilons) dominent largement l'assemblage. Néanmoins, réemploi et recyclage augmentent l'effectif des objets utilisés en percussion posée que nous présentons dans la partie suivante.

### 3. Le matériel de basalte utilisé en percussion posée diffuse

Plusieurs catégories d'outils utilisés en percussion posée diffuse ont été identifiées dans l'assemblage des basaltes :

- les molettes typiques ;
- les galets lustrés ;
- les pilons/broyeurs ;
- les pilons plats ;
- les outils multiples et atypiques (représentés par un faible nombre d'artefact) ;
- enfin certains cas de réemploi essentiellement de pilon.

Ce matériel est apparemment représenté uniquement par des objets actifs. Deux pièces pourraient cependant être considérées comme des répercutants, elles ne correspondent pas à des meules typiques. Nous présenterons ici les artefacts classés dans chacune des catégories mentionnées.

#### 3.1. Les molettes

Cinq pièces peuvent être considérées comme des molettes typiques (Planche 58). Elles sont toutes en basalte (tableau 36).

Ref	Loc	Phase	long	larg	ep	poids	mp
13	indet	indet	8.9	7.5	5.1	550	D
307	loc 8(1)	5	9.6	7.6	4.7	570	C
454	206(1)	5	9.6	7.8	4.8	500	C
112	loc 6 (1)	5	5.7	3.7	4.1	130	E
712	206 (4)	2	8.1	6.8	4.8	420	C

tableau 36 : les molettes typiques de l'assemblage natoufien de la grotte d'Hayonim, la partie grisée correspond aux molettes fragmentées (les poids sont donnés en grammes).

### 3.1.1. Description des pièces

#### 3.1.1.1. Etude des variations morphologiques

##### *Dimensions*

Comme l'indique le tableau 36, les dimensions des pièces entières montrent une faible variabilité.

##### *Morphologie en plan et en section*

Trois molettes sont entières, un des fragments présente deux faces opposées et un bord, le second une seule face et une partie du flanc. Ces pièces ont toutes une morphologie ovale en plan, trois ont une forme ovale en section et une plano-convexe (forme indéterminée pour l'objet le plus fragmenté).

##### *Les flancs*

Les pièces de section ovale présentent des flancs marqués, en général légèrement convexes en section parfois irréguliers. La molette plano-convexe ne présente pas de bordure séparant les deux faces.

##### *Nombre et disposition des surfaces d'usure*

Pour les molettes 13 et 712, une des faces est irrégulière et ne montre pas de trace d'utilisation évidente lors de l'observation macroscopique (abrasion, formation de plages d'usure sur les aspérités). A la binoculaire, les états de surface de ces faces irrégulières portent néanmoins des traces d'utilisation, ces molettes sont considérées comme probablement bifaciales. Sur les pièces 307 et 454 (molette plano-convexe), les traces d'usage sont aussi plus marquées sur une face que sur l'autre. En général, les usures apparaissent localisées sur les grandes faces des objets. Dans un cas, celui de la pièce fragmentée 112, elles sont envahissantes sur les flancs de la pièce. Les degrés de convexité des surfaces actives sont difficiles à estimer sur ce matériel car il n'est pas évident de fixer une limite précise de la zone active, l'usure étant peu marquée.

La molette 13 apparaît plus complexe quant aux stigmates d'usage et à leur répartition. Elle présente des traces d'ocre qui ne sont pas strictement associées aux zones actives. Sur les deux faces principales, on note une concavité, plus marquée sur l'une des faces, montrant des traces d'impacts. Par ailleurs, une des extrémités porte de probables stigmates d'une utilisation ou transformation en percussion lancée/posée : des traces d'impact émoussés formant un léger méplat y sont observés. Leur position est légèrement déjetée par rapport à l'axe d'allongement de la pièce.

##### *Mise en forme et indices technologiques*

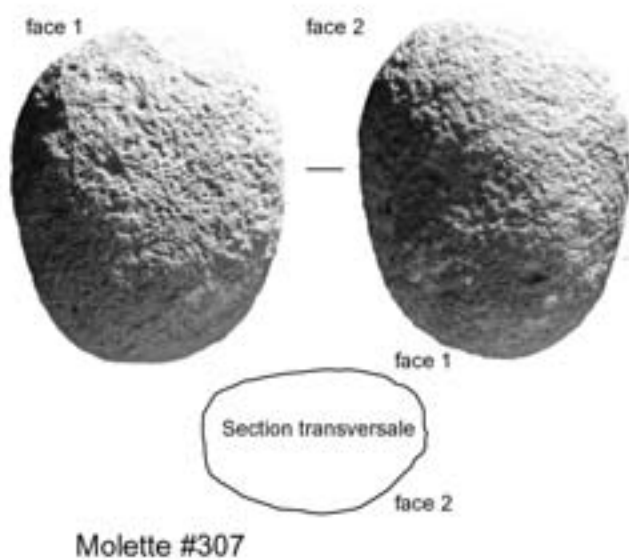
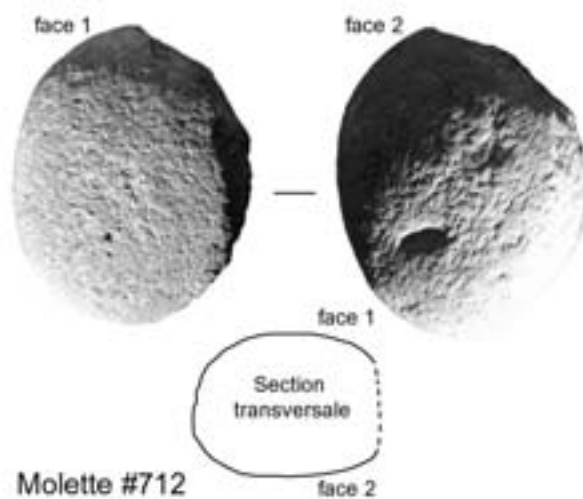
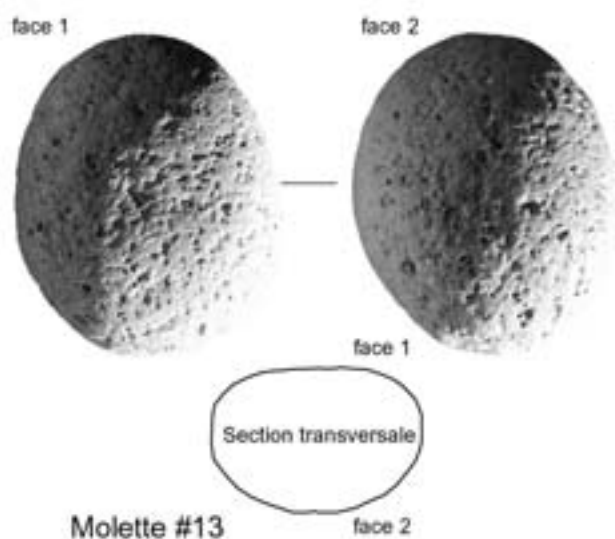
En général, à l'exception de la molette 454 de section plano-convexe, les morphologies sont proches de celles de galets naturels. Elles montrent toutes cependant des traces de travail de type piquetage, visible macroscopiquement sur les flancs. Ce travail n'est parfois que partiel, comme pour la pièce 13 (le flanc n'est pas entièrement aménagé) et 112 (la face ne semble pas avoir été piquetée).

##### *Synthèse des variations morphologiques des molettes*

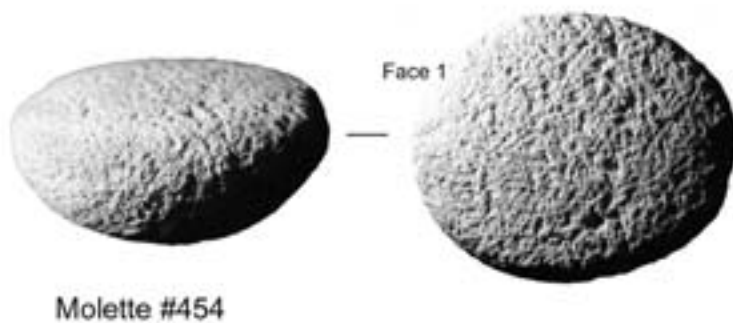
Toutes les pièces ont une morphologie ovale en plan et en section, à l'exception d'un objet de section plano-convexe. Les dimensions des objets entiers montrent une faible variabilité. Les molettes sont bifaciales, l'usure étant cependant plus prononcée sur une face. Les traces sont localisées sur les faces et pour un cas elles sont envahissantes sur les flancs. Une molette (13) présente par ailleurs de petites cupules au centre des faces et des stigmates associant percussion lancée et posée sur une extrémité.



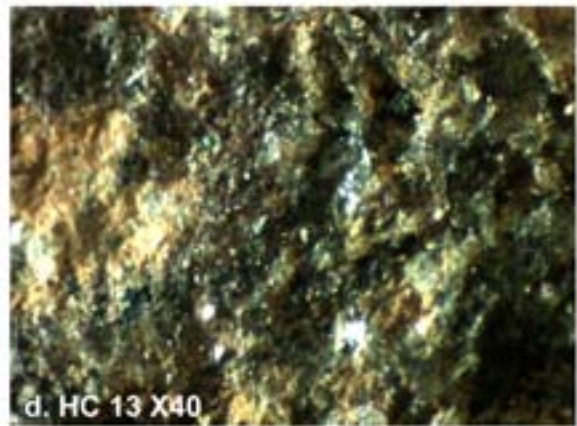
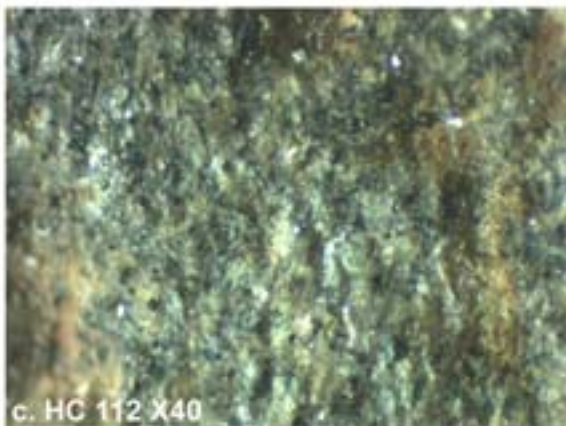
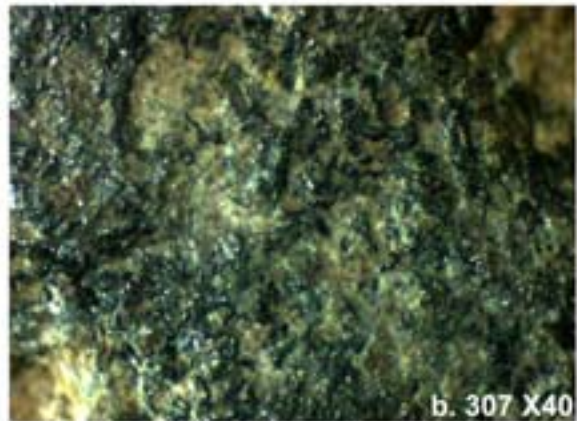
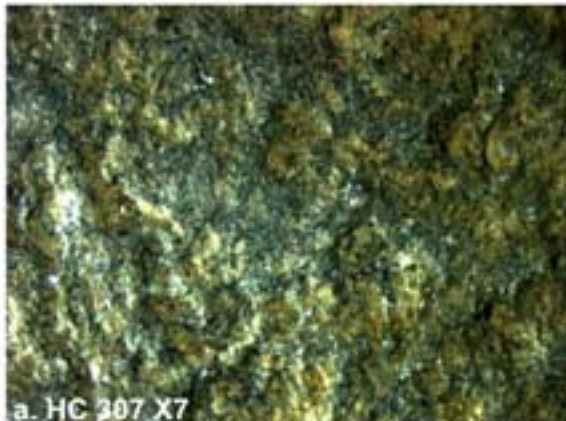
# Planche 58



2 cm



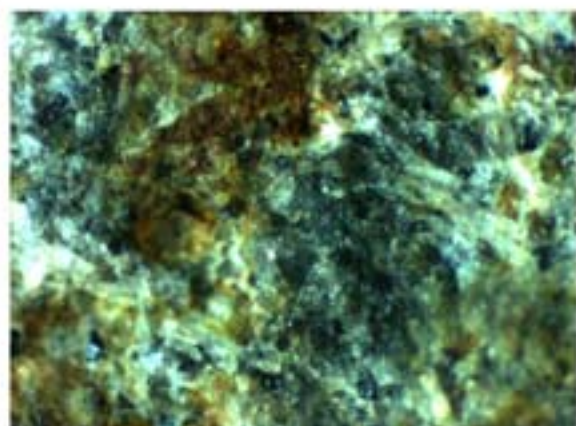
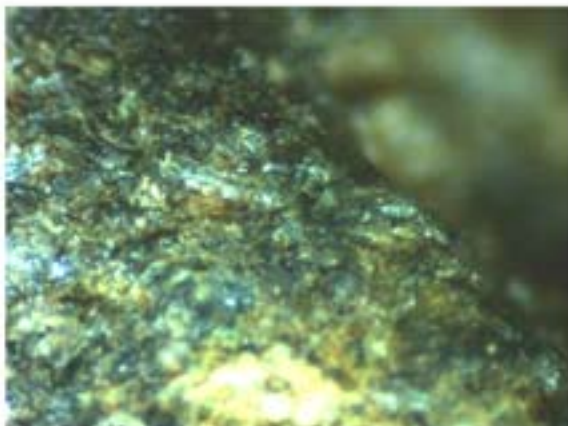
## Matériel archéologique



### *Variabilité des états de surface :*

- à faibles grossissements, l'usure n'entraîne pas la formation de plages d'arasement sur les aspérités (a)
- à plus forts grossissements, certaines zones présentent des grains émoussés recouverts d'un lustre translucide (c) ; sur d'autres zones on constate le développement d'un lustre sombre

## Référentiel expérimental



### *Interprétation :*

Usure reproduite lors de l'assouplissement de la peau avec adjuvant de type eau, à gauche X40, les grains sont en relief, émoussés et recouverts d'un lustre translucide ; à droite X40, début de formation de zones d'homogénéisation sombres.

### 3.1.1.2. Matière première

Les matières à grains fins dominant, une pièce est réalisée dans un basalte à grains plus grossiers, aucun basalte vacuolaire n'est représenté. Toutes les pièces semblent avoir été réalisées sur galet.

## 3.1.2. Etude tracéologique

### 3.1.2.1. Description, variabilité des traces d'usage

#### *Etude à faibles grossissements*

Toutes les usures peuvent être classées dans une tendance dominante identique (Planche 59) : au niveau macroscopique, l'usure de la pièce paraît peu marquée, elle affecte le relief en créant de petites zones bombées sur les parties les plus hautes et non une régularisation importante ou la formation de plages d'usure sur les aspérités. Les zones affectées présentent un léger lustre, la surface donne l'impression d'être émoussée. A la binoculaire, le microrelief est généralement irrégulier et l'usure apparaît aussi peu prononcée. Sur deux molettes, les grains présentent généralement des arêtes vives, certains sont émoussés, la surface est recouverte d'un lustre translucide. Pour les autres, les grains émoussés dominant. Sur tous les objets, on note quelques plages de fort arasement des sommets ainsi que des petites zones de début d'homogénéisation présentant un lustre très réfléchissant, les grains restant légèrement en relief. Ces altérations sont développées selon une amplitude importante mais n'affectent pas les anfractuosités les plus profondes. Des stries sont observées sur tous les objets, associées aux plages d'homogénéisation, elles sont courtes, groupées et très superficielles. Elles indiquent généralement une direction dominante, correspondant à la largeur de la pièce, mais aussi des variations autour de celle-ci.

Sur la pièce 13, le léger méplat observé sur l'une des extrémités porte les stigmates d'une utilisation en percussion posée postérieure au piquetage de la zone. Les traces sont identiques à celles observées sur les faces, l'usure y apparaît plus marquée.

Sur la pièce 307, l'usure est plus marquée, sur les deux faces, en périphérie de la surface active. Le reste de la face présente des traces dominantes de piquetage. Il est possible que la pièce ait fait l'objet d'un ravivage, on observerait alors sur la bordure de la surface active, les résidus de l'usure avant piquetage.

#### *Etude à forts grossissements*

Trois objets ont été analysés : 13, 454 et 712. Les micropolis sont bien développés sur toutes les pièces et particulièrement sur la molette 454 (Planche 60). Ceci contraste avec une usure qui apparaît peu marquée à la binoculaire. Les molettes 13 et 712 montrent des types de micropoli assez similaires, des plages de coalescence peu étendues, très réfléchissantes, à trame unie et de morphologie douce. L'état de surface est différent sur la pièce 454 où le micropoli est beaucoup plus étendu et présente une morphologie fluide à douce.

### 3.1.2.2. Interprétation

#### *Fonctionnement*

La répartition de l'usure de forte amplitude, l'organisation générale du microrelief ne présentant pas une opposition entre aspérités et anfractuosités, le développement de zones d'homogénéisation nous conduisent à avancer l'hypothèse d'un fonctionnement des pièces sans répercutant associé. Par ailleurs, lors de l'observation à fort grossissement, nous n'observons pas de trace d'un contact abrasif (type surface égrisée). Les micropolis sont bien développés ce qui est généralement le cas pour les objets utilisés sans répercutants associés.

Les usures paraissent particulièrement concentrées sur les faces. Dans un cas, leur répartition indique un geste pivotant, envahissant sur les flancs de la pièce. Pour plusieurs pièces, les stigmates d'usage sont plus développés sur une face que sur l'autre. Des stries associées aux zones d'usure, ont été observées sur tous les objets. Elles indiquent un mouvement de va-et-vient selon une direction dominante d'utilisation dans la largeur de la pièce et des variations autour de cette direction principale. Nos résultats expérimentaux nous incitent à la prudence quant à l'interprétation de ces stries. Notons par ailleurs que de tels stigmates n'ont pas été identifiés lors de l'étude à fort grossissement.

### *Matière travaillée, adjuvant*

A la binoculaire, les zones d'homogénéisation nous paraissent particulièrement diagnostiques. Leurs caractéristiques sont proches de celles produites lors du travail de la peau. L'usure reste nettement moins marquée que lors d'un contact direct avec la peau même pour des utilisations de courte durée. En revanche, un développement très peu important des usures a été constaté lors du travail réalisé avec de l'eau. Nous proposons donc l'hypothèse d'une utilisation pour le travail de la peau associé avec un adjuvant ne contenant ni graisse ni matière abrasive, proche de l'eau.

### *Synthèse de l'analyse tracéologique des molettes*

Les molettes présentent sur leurs faces des états de surface similaires correspondant probablement au travail de la peau avec un adjuvant de type eau (Planche 59).

## **3.1.3. Bilan de l'étude fonctionnelle des molettes**

<b>Étapes technologiques</b>	<b>Éléments de caractérisation des étapes</b>
<i>Choix des matières premières</i>	basaltes à grains fins dominants
<i>Mises en formes</i>	piquetage des faces et aménagement de flancs sur deux pièces, peu de modification de la forme générale du galet sauf pour une pièce.
<i>Variabilité morphologique</i>	forme ovale en plan et en section à l'exception d'une pièce de section plane-convexe
<i>Hypothèse fonctionnelle</i>	- zones actives : utilisation des faces et d'une extrémité pour une molette; - fonctionnement : travail sans répercutant associé ; - geste : peut être aléatoire ; - matière travaillée : peau avec adjuvant de type eau.
<i>Ravivage</i>	possible sur une pièce
<i>Indices d'utilisation multiple</i>	mise en oeuvre de deux zones actives différentes (face et extrémité) sur une pièce pour le même mode d'utilisation : objet à utilisation composée

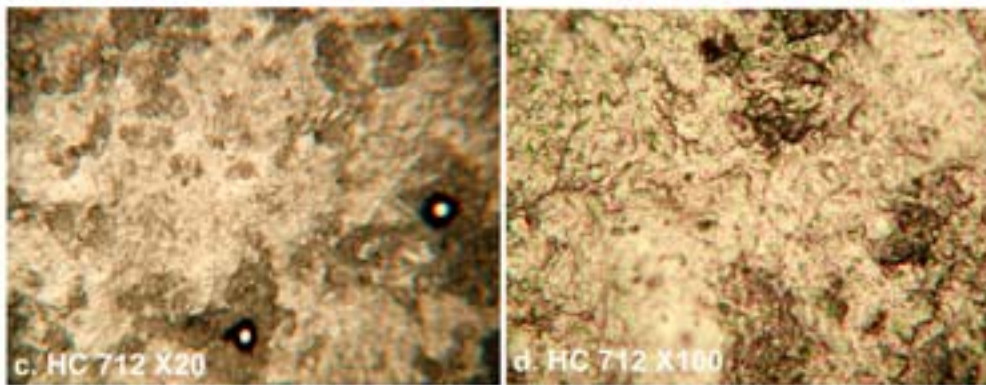
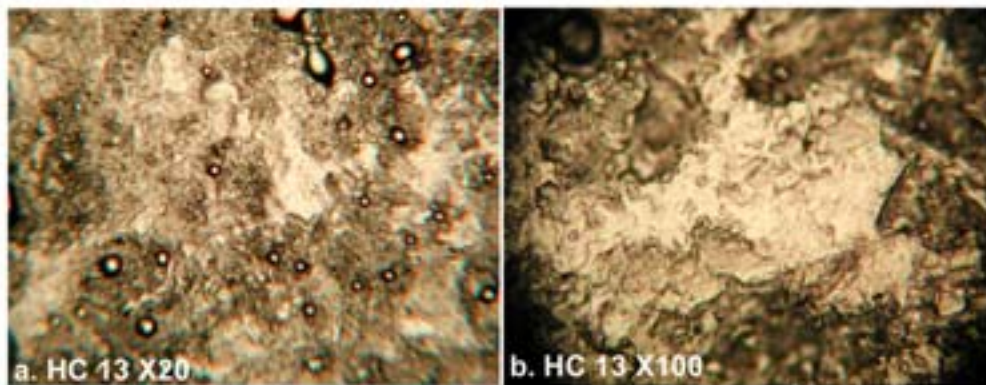
tableau 37 : synthèse de l'étude des molettes de la grotte d'Hayonim (niveaux natoufiens).

## **3.2. Les galets lustrés**

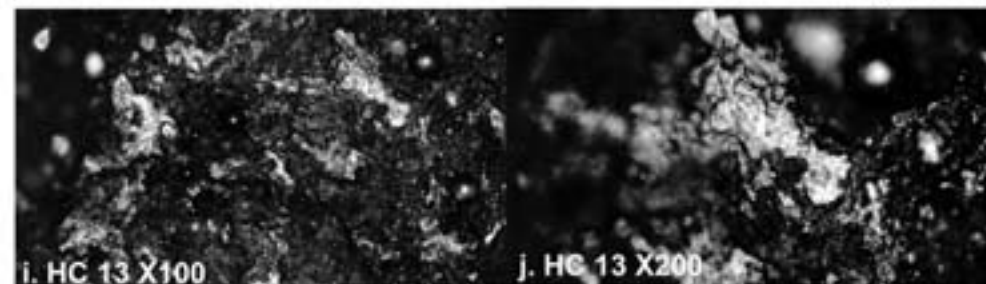
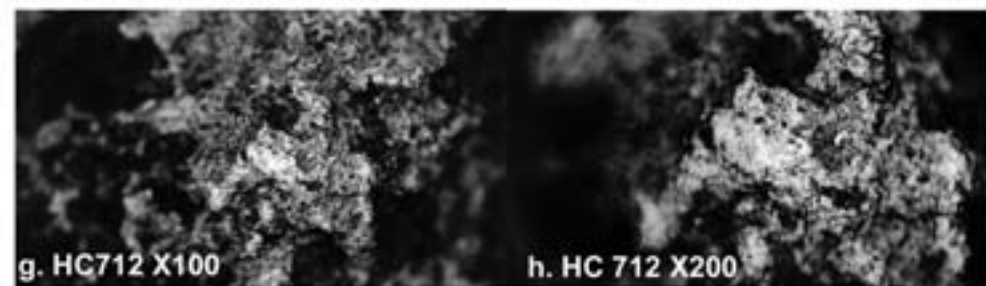
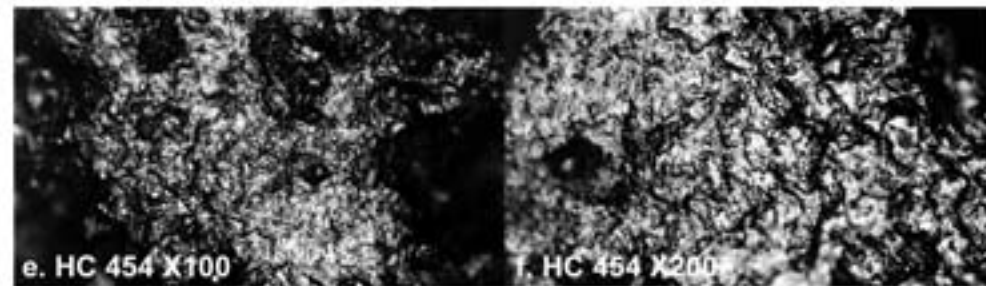
### **3.2.1. Description des pièces**

Douze objets portent des lustres indiquant une probable utilisation en percussion posée diffuse. Une pièce est de morphologie allongée (108), le reste de l'assemblage est constitué de galet de forme ovale plus ou moins régulière et de taille variable (Planche 61). La plupart présente un lustre généralisé développé sur la surface néocorticale. Pour trois pièces, ce lustre n'est que partiel. Sur l'ensemble, huit pièces sont fragmentées. Quatre d'entre elles présentent un lustre prononcé et continu, elles pourraient correspondre, bien que certains soient de trop petite taille pour l'affirmer, à des pièces à lustre généralisé. Les lustres ont des teintes sombres ou rouge-bordeaux, indiquant dans ce dernier cas une possible présence d'ocre. Certains galets montrent des stries prononcées visibles macroscopiquement.

## Planche 60



Lumière transmise



Lumière incidente

Planche 60 : les molettes de la grotte d'Hayonim, étude aux microscopes à lumière transmise et incidente.



# 108

Exemples de galets lustrés

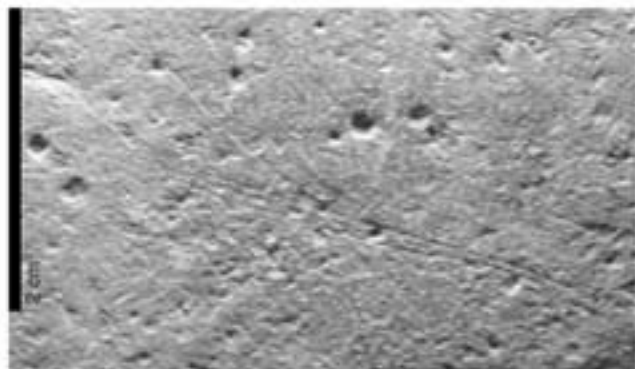


2 cm

Exemple de galet strié (catégorie percuteur/enclume)



#400



Référence	Etat	Poids	MP	Phase
J22 ab - 76	fgt	290	A	5 (récent)
J22c - 81	ent.	220	G	3 (intermédiaire)
K29c - 108	fgt	630	E	3 (intermédiaire)
K30a - 146	ent.	158	G	2 (ancien)
K26c - 202	ent.	1600	G	2 (ancien)
K26a - 269	fgt	520	G	1 (ancien)
K26c - 612	ent.	720	G	4 (récent)
G22d - 706	fgt	220	G	2 (ancien)
J27 - 740	fgt.	50	H	3 (intermédiaire)
I28b - 753	fgt	20	A	indet
J22 - 826	fgt.	10	E	5 (récent)
Loc.4 - 768	fgt	150	G	indet

tableau 38 : l'assemblage des galets lustrés de la grotte d'Hayonim. Abréviations : fgt. = fragment ; ent. = entier ; indet. = indéterminé.

La gamme des basaltes utilisés est large (tableau 38). Les matières de type G, récoltés sous la forme de galet semblent avoir été préférentiellement choisis.

## 3.2.2. Etude tracéologique

### 3.2.2.1. Description et variabilité des traces d'usure

Pour les pièces présentant un lustre généralisé, c'est-à-dire la majorité de l'assemblage, les traces d'usure sont identiques à quelques variations près (Planche 62). Macroscopiquement ainsi qu'à faibles grossissements, la surface apparaît entièrement régularisée. Quelques anfractuosités subsistent, elles ont une morphologie ronde en plan et correspondent probablement aux anfractuosités naturelles de la surface du galet. A plus forts grossissements, les états de surface peuvent être caractérisés comme suit : l'arasement du sommet des grains est très fort, ils restent généralement en relief, plus ou moins selon les pièces, émoussés et recouverts d'un lustre de couleur sombre. Des plages d'homogénéisation noires et très réfléchives peu étendues sont observées sur toutes les pièces. Certains objets présentent un degré d'usure moins prononcé qui peut être caractérisé par des grains moins arasés, plus en relief. L'usure affecte en partie les anfractuosités mais non les zones les plus profondes, sous la forme d'un lustre translucide et d'un émoussé des grains.

On retrouve deux types de stries, certaines sont associées au lustre, elles sont groupées, courtes, en relief et correspondent à des zones de fort développement du lustre. Elles indiquent parfois une direction dominante mais plus généralement des sens différents. D'autres, observées sur la plupart des galets plats, apparaissent en creux, sont profondes et résultent clairement d'un processus abrasif arrachant les grains de la surface, elles sont aussi recouvertes de lustre. Pour une pièce, elles sont groupées et se développent en bande. Dans un cas, les stries sont courtes et isolées, elles apparaissent postérieures à la formation du lustre.

La pièce 108 (le seul galet allongé) présente l'usure la plus marquée. Les plages d'homogénéisation sont très développées et principalement localisées sur les arêtes de l'une des faces planes ainsi que sur l'extrémité du galet. Elles recouvrent des zones de piquetage de la surface. Des stries, associées au lustre, indiquent une utilisation selon un mouvement de va-et-vient dans le sens de l'axe d'allongement de la pièce. On observe sur deux autres pièces (612 et 706) de probables traces d'un léger piquetage de la surface antérieur à la formation du lustre. Par ailleurs, sur la pièce 612, une zone de concentration d'impacts, formant une petite cupule au centre de la pièce, est recouverte par le lustre. Contrairement aux molettes, ces traitements de surface ne semblent pas procéder d'un aménagement de la morphologie de la pièce (par exemple pour la création d'un flanc). Ils paraissent plutôt indiquer une préparation des parties actives avant l'utilisation, peut être pour donner une certaine rugosité. La différenciation entre matériel mis en forme et "utilisé brut" apparaît ainsi ténue.

Sur les galets présentant un lustre partiel, l'usure est beaucoup moins nette et difficile à caractériser. Sur la pièce 269 par exemple, une petite zone présente un lustre très léger, y sont associés des grains en relief détournés et émoussés.

### 3.2.2.2. Interprétation

#### *Fonctionnement*

Pour les galets présentant un lustre prononcé, l'organisation générale du microrelief, les types d'altération des grains ne témoignent pas d'une utilisation en couple. L'hypothèse d'un fonctionnement sans répercutant associé est privilégiée. La répartition des traces d'usure atteste d'une utilisation de toute la surface de pièce dans le cas des galets ronds et plats. Les stries associées au lustre indiquent généralement des directions différentes. La pièce allongée (108) ainsi que le galet présentant une cupule, témoignent de fonctionnements différents des autres objets. Sur la pièce 108, les usures sont beaucoup plus prononcées, elles sont associées à des zones de piquetage préalable de la surface localisées sur des arêtes et un des bords. Nous n'observons pas de stries abrasives sur cette pièce. Les faces planes ne portent pas de trace d'usure nette, nous concluons donc à une utilisation préférentielle des arêtes et des zones piquetées. Sur le galet 612, l'usure apparaît plus prononcée au centre des faces planes et recouvre une zone de concentration d'impact. Aucune donnée n'indique une utilisation simultanée en percussion lancée et posée. Cupule et lustre pourraient résulter de deux étapes différentes de l'utilisation de la pièce. Ou encore, il faudrait envisager un travail nécessitant l'utilisation d'une cupule ou entraînant la formation de celle-ci. D'après différents petits tests que nous avons effectués, un travail de la peau en percussion lancée sur un support ne produirait probablement pas de telles traces. La peau placée de façon intermédiaire entre enclume et percuteur amortie les chocs et aucune trace d'impact nette n'est produite. L'association de ces stigmates d'usage (cupule et lustre) est ainsi difficile à comprendre.

#### *Matière travaillée, adjuvant*

La nature des altérations des grains témoigne d'un contact avec une matière contenant un lubrifiant. Ici encore, le type de zone d'homogénéisation, le développement d'un lustre de couleur sombre nous conduisent à favoriser l'hypothèse d'un traitement de la peau. Les stries profondes observées sur la plupart des galets plats nous semblent indiquer l'utilisation d'un abrasif. De plus, plusieurs galets présentent un lustre de coloration bordeaux et des résidus d'ocre piégés dans les anfractuosités. Par ailleurs, les altérations affectant les anfractuosités, l'important arasement général de la surface pourrait résulter de l'utilisation d'un adjuvant de type graisse. Les pièces 612 et 108 illustrent probablement des fonctionnements différents toujours liés au travail de la peau. Contrairement aux autres galets, il n'y a pas d'indication d'un agent abrasif.

### 3.2.2.3. Bilan de l'analyse tracéologique des galets lustrés

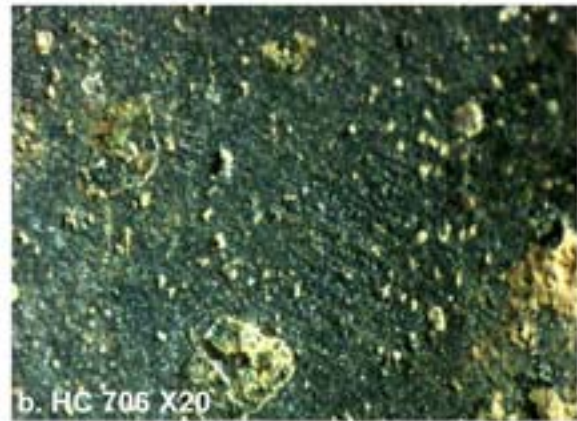
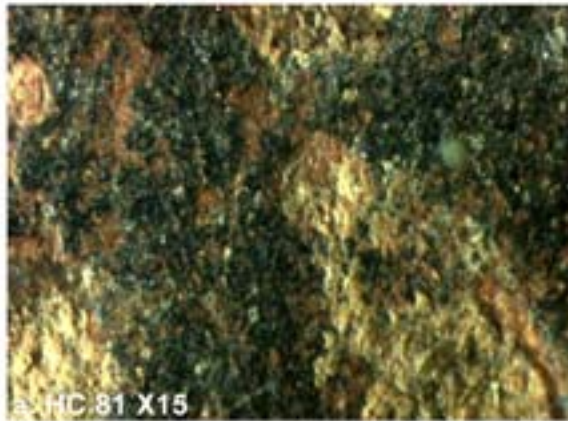
Les galets présentant un lustre de coloration sombre généralisé montrent des traces d'usure similaires attribuables à un travail de la peau probablement avec un adjuvant contenant des matières grasses associé, pour certains, à de l'ocre (Planche 62).

Sur trois objets, l'usure est localisée sur des zones préalablement piquetées. Nous rencontrons des problèmes pour interpréter l'association sur l'une de ces pièces entre cupule (localisée au centre de la face) et lustre prononcé correspondant aussi à un travail de la peau.

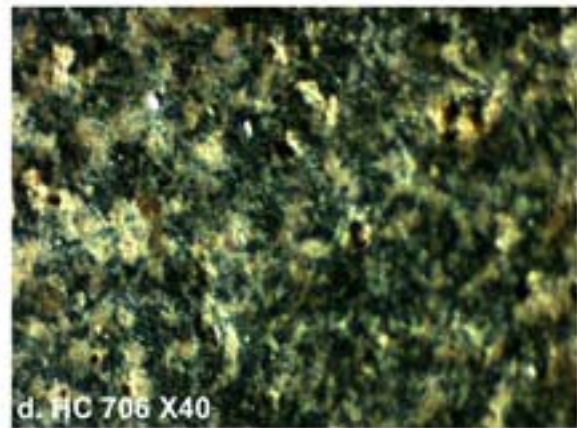
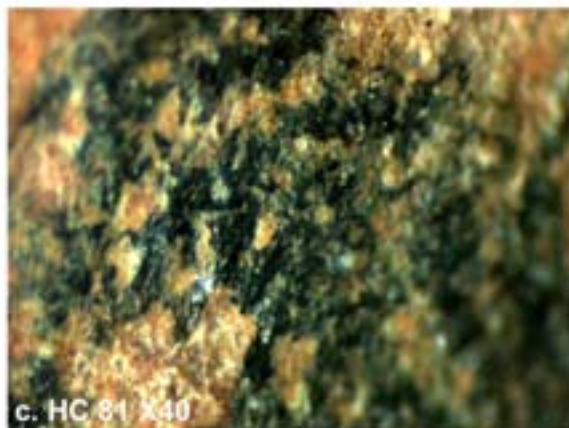
Pour les galets présentant un lustre partiel, la matière d'œuvre n'a pu être déterminée.



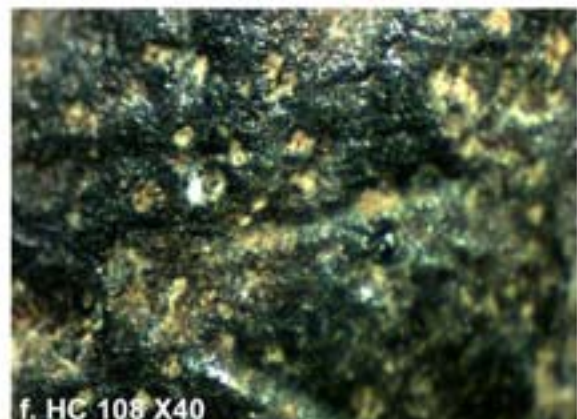
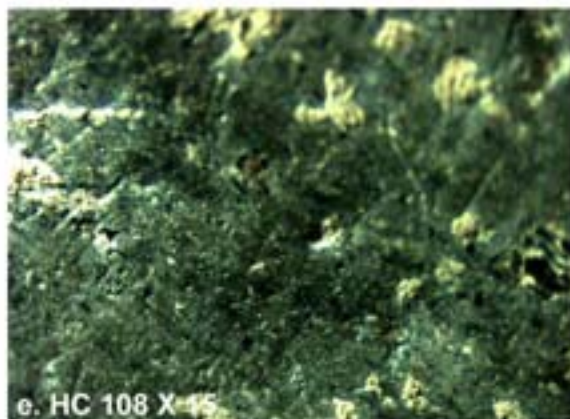
## Planche 62



Aux plus faibles grossissements, les surfaces apparaissent entièrement régularisées, certaines présentent de probables résidus d'ocre (à gauche) et d'autres sont striées (à droite)



Aux plus forts grossissements, on observe la formation de plages d'homogénéisation sombres



Le galet 108 présente l'usure la plus marquée, des zones de lustre sombre associées à des stries sont visibles à faibles grossissements ; les zones d'homogénéisation apparaissent très développées.

Planche 62 : les galets lustrés de la grotte d'Hayonim, étude à faibles grossissements

## Planche 63



# 203, Pilon/broyeur, cupule sur face plane et utilisation des deux extr mit s

2 cm



# 131, pilon/broyeur typique



# 55, fragment d'extr mit de pilon, extr mit large possible utilisation de type pilon/broyeur



# 44, pilon/broyeur, pi ce de petite dimension par rapport aux pilons et pr sentant des extr mit s larges



# 77 autre fragment d'extr mit de pilon pr sentant une surface d'usure large, possible utilisation en pilon/broyeur



# 73

### 3.2.3. Synthèse de l'étude des galets lustrés

Etapes technologiques	Eléments de caractérisation des étapes
<i>Choix des matières premières</i>	galets de type G dominant
<i>Mises en formes</i>	utilisation de galets bruts, trois cas avec piquetage de petites zones préalable à l'utilisation
<i>Variabilité morphologique</i>	les galets sont de forme ovale en plan et en section, seule une pièce présente une morphologie allongée.
<i>Hypothèse fonctionnelle</i>	pour les objets présentant un lustre généralisé (9 pièces) : - zones actives : utilisation des faces planes pour les galets ovales, des arêtes et extrémités pour le galet allongé ; - fonctionnement : percussion posée sans répercutant associé ; - geste : variable ; - matière travaillée : travail de la peau avec adjuvant de type ocre (à l'exception de deux pièces) et matières grasses pour les pièces présentant un lustre généralisé ;
<i>Ravivage</i>	—
<i>Indices d'utilisation multiple</i>	Association cupule – lustre difficile à interpréter

tableau 39 : synthèse de l'étude des galets lustrés de la grotte d'Hayonim (niveaux natoufiens).

## 3.3. Les pilons - broyeurs

Contrairement à d'autres assemblages, il est difficile ici d'isoler une catégorie d'outil correspondant aux pilons - broyeurs tels qu'ils ont été définis en introduction (pilons de petites dimensions aux extrémités actives larges). Comme Belfer-Cohen (1988c) l'a démontré, il existe une importante variabilité dans les dimensions des pièces et les morphologies des extrémités actives des pilons. Nous observons ici un continuum entre différentes longueurs des pièces et largeur des extrémités actives. Six objets ont été retenus car ils correspondaient plus particulièrement à notre définition des pilons - broyeurs, ils constituent, pour la majorité d'entre eux, de possibles cas de réemploi de fragments de pilon (Planche 63).

### 3.3.1. Description des pièces

#### 3.3.1.1. Une pièce typique (131)

Une pièce peut être considérée comme un pilon - broyeur typique, la mise en forme visant probablement à obtenir un objet aux dimensions ramassées et aux extrémités actives larges (dimensions : 10.3 / 6.5 / 5.5). Rien n'indique par ailleurs le réemploi d'un fragment de pilon. La pièce présente des traces d'utilisation sur les deux extrémités. L'une d'elle est fragmentée, elle apparaît plus convexe que l'extrémité opposée pratiquement plane. Macroscopiquement, les traces d'usure des deux zones actives sont différentes. L'extrémité fragmentée montre des traces d'utilisation en percussion lancée, concentrées au centre de la surface active, associées à un lustre prononcé développé autour de la concentration d'impacts. Sa morphologie générale évoque une "pointe de crayon". L'autre extrémité est plane à légèrement concave et porte des impacts de percussion sur l'arête. Ces deux types de morphologie d'extrémité et de traces d'utilisation associées ont été observés de façon récurrente dans l'assemblage des pilons. Ainsi, la configuration des surfaces actives ne plaide pas en faveur de l'hypothèse d'un fonctionnement différent de l'objet par rapport aux autres pilons.

### 3.3.1.2. Possibles réemplois de pilons fragmentés

Deux pièces (73 et 44) apparaissent comme de probables réemplois de fragments de pilon. Le corps des objets présente un lustre similaire à celui retrouvé généralement sur les pilons, les longueurs des pièces sont très réduites. Par ailleurs, les extrémités montrent un état de surface différent de celui du corps, les traces d'utilisation y apparaissent postérieures à la formation du lustre. Pour les deux pièces, les deux extrémités ont donc probablement été réutilisées après fracturation.

Les autres cas (55 et 77) sont plus problématiques, ils ont été décomptés dans la catégorie générale des pilons. Il s'agit de deux pièces associant les caractéristiques suivantes :

- extrémité active large de morphologie convexe ou plane ;
- plan de fracture perpendiculaire au corps de la pièce présentant un émoussé pouvant indiquer une poursuite de l'utilisation après la fracturation. Les longueurs des pièces sont ainsi réduites et pourraient autoriser une utilisation en percussion posée.

La pièce 55 apparaît unique dans la série, l'extrémité active formant une sorte de sabot, elle évoque des pilons de ce type connus au Néolithique. La mise en forme est totale. La pièce est fracturée perpendiculairement à son axe d'allongement. Le corps n'est pas cylindrique mais formé de quatre facettes concaves en section, peut être destinées à améliorer la préhension. L'extrémité active présente un petit méplat sur l'un de ses bords. Cette morphologie peut indiquer un geste pivotant sur l'axe de la pièce et qui se fait insistant en fin de course.

Sur la pièce 77, des résidus probables d'ocre sont localisés sur l'extrémité active.

### 3.3.1.3. Cas particulier

La pièce 203 apparaît unique dans l'assemblage. De forme ovale en plan et en section, elle présente de grandes faces planes (dimensions 13 / 9 / 3.8 cm) ainsi que des extrémités larges. Les faces planes ne portent pas de trace évidente d'utilisation en percussion posée. En leur centre, des cupules peu profondes pourraient être liées à une utilisation en percussion lancée (active ou passive) ou à un aménagement de moyens de préhension. Les extrémités portent des traces d'utilisation en percussion lancée et probablement posée.

Les dimensions de l'objet n'autorisent pas une observation des extrémités actives à la binoculaire. Les cupules aux centres des faces présentent un état de surface identique à celui du reste du corps de l'objet. Elles procèdent ainsi probablement d'un aménagement visant à faciliter la préhension.

### 3.3.1.4. Bilan de l'étude morphologique des pilons-broyeurs

- un objet (131) est considéré comme typique, des dimensions réduites ont été recherchées lors de la mise en forme. Les morphologies des extrémités évoquent cependant des configurations retrouvées dans l'assemblage des pilons ;
- une pièce (203) présente une morphologie singulière proche de celle d'un galet allongé ovale en plan et en section. On observe des cupules au centre des deux faces correspondant probablement à un aménagement de moyens de préhension. Des traces d'usage sont localisées sur les deux extrémités. Les dimensions de la pièce n'autorisent pas leur observation à la binoculaire ;
- deux objets constituent des réemplois de pilon (44 et 73). Un lustre, semblable à celui observé dans l'assemblage des pilons, est développé sur leur corps. Les deux extrémités portent des traces d'utilisation postérieures à la formation du lustre ;
- deux fragments de pilon ont été retenus dans notre étude en raison de la morphologie de leur zone active offrant une surface plane et large (55 et 77). Une utilisation postérieure à la fragmentation n'est cependant pas attestée. Une de ces pièces peut être rapprochée de certaines formes de pilons connues au Néolithique, l'extrémité active est en forme de sabot. Son corps est facetté et présente des cupules au centre de chacune des facettes.

### 3.3.2. Etude tracéologique

Les états de surfaces observés sur les pilons - broyeurs attestent de l'histoire complexe de ces objets. La compréhension et l'interprétation des usures s'avèrent particulièrement ardue, une description complète réclame de raisonner au cas par cas.

#### 3.3.2.1. Pièce 131

##### *Description*

Si la pièce 131 était la seule considérée comme probablement typique, nous avons noté précédemment que les morphologies et états de surface des extrémités la rapprochait néanmoins des objets de type pilon. Plusieurs états de surface peuvent être isolés :

- celui de l'extrémité plane, très régularisée. Le microrelief apparaît de faible amplitude mais très accidenté, les traces de microfractures et d'arrachements des grains dominant. On observe aussi quelques zones présentant un léger lustre translucide associé à un arasement des sommets des grains, elles sont très peu nombreuses.
- celui de l'extrémité formant une pointe présentant une zone de forte régularisation avec lustre prononcé qui s'étend par ailleurs sur une partie du corps de l'objet et, sur l'extrême pointe, une zone irrégulière où les traces de percussion lancée dominant. Sur les parties lustrées localisées sur l'extrémité et le corps de l'objet, l'usure entraîne la formation de plages très planes où les grains ne présentent pas d'interstices entre eux. Cette régularisation de la surface semble se faire essentiellement par microfractures comme en témoignent certaines parties sur lesquelles l'aplanissement de la surface n'est pas total. Sur la pointe de l'extrémité active des traces de piquetage dominant macroscopiquement. On note un émoussé des aspérités créant de petites plages bombées. La surface est fortement concrétionnée ce qui gêne son observation. A la binoculaire, elle apparaît gondolée sans organisation particulière, on note aussi la présence de fort arasement des sommets des grains, ils sont général en relief et émoussés et présentent un lustre translucide très prononcé. Ces altérations se développent probablement selon une importante amplitude.
- sur le corps de l'objet, on retrouve le lustre décrit précédemment pour l'extrémité du pilon. On observe plusieurs zones de concentration de points d'impact postérieures à la formation de ce lustre. Elles sont elles-mêmes reprises par un autre type d'altération dont la distribution présente une forte amplitude : le sommet des grains est fortement arasé sur de petites zones, ils sont par ailleurs émoussés. A ces altérations sont associées un léger lustre translucide. Le microrelief ne présente pas d'organisation spécifique.

##### *Interprétation*

Nous proposons deux états de fonctionnement de la pièce :

- le premier, de type pilon, comprend au moins l'utilisation de l'une des extrémités, celle en forme de pointe. L'extrémité plane présente un état de surface retrouvé sur de nombreux pilons : plan de fracture émoussé ou régularisé avec un "mâchurage" des arêtes du pourtour. Ce "mâchurage" pourrait résulter d'un usage en percussion lancée ou d'une régularisation de l'arête. Les états de surface observés sur la partie plane témoignent d'un contact principalement abrasif.

Sur l'extrémité opposée, l'interprétation de la morphologie en pointe de crayon et des altérations de surface apparaît difficile. Les zones de lustre localisées sur la pointe et le corps pourraient résulter d'un travail de mise en forme. La partie active serait alors l'extrême pointe. Cependant, il est aussi envisageable que la forme en biseau autour de la pointe procède d'une réduction au cours de l'usage.

- une seconde phase d'utilisation comprendrait essentiellement une exploitation des faces de l'objet en percussion lancée dominante. Le lustre observé témoigne d'un contact avec une matière non abrasive et d'un possible geste associant une percussion lancée et posée. Il nous apparaît difficile de proposer des hypothèses quant aux matières travaillées, il semble que l'on se situe plus dans le registre des matières non minérales, ne contenant pas une quantité importante de matière grasse, probablement végétales.

### 3.3.2.2. Pièce 73

#### *Description*

Les deux extrémités montrent des états de surface similaires, les traces de piquetage dominant et l'on note un léger émoussé des aspérités formant de petites boules. Les altérations observées ont une forte amplitude et le relief ne présente pas une structure particulière, les grains sont généralement en relief et émoussés, sur certaines petites zones ils présentent un arasement fort des sommets. Ces altérations sont associées à un lustre translucide. Le corps de l'objet présente un lustre de coloration sombre prononcé semblable à celui observé sur plusieurs pilons. A la binoculaire, il est développé sur des zones de forte régularisation de la surface. Les grains bien que fortement arasés sont encore individualisables car détournés, ils sont généralement émoussés.

#### *Interprétation*

Les deux extrémités ont probablement été utilisées selon un même mode de fonctionnement pour le traitement d'une même matière. Ici encore, les traces de percussion lancée dominant. La matière travaillée n'est probablement pas minérale, tout comme précédemment on privilégie l'hypothèse d'une matière végétale contenant peu de matière grasse.

### 3.3.2.3. La pièce 44

#### *Description*

Sur l'extrémité de type plan de fracture émoussé, le micro-relief est irrégulier et l'on note la présence de petites zones de lustre de coloration sombre. A plus fort grossissement, les grains en relief émoussés dominant, ils sont recouverts d'un lustre et de petites zones d'homogénéisation sont présentes.

Sur l'extrémité opposée, deux états de surface peuvent être différenciés :

- des zones présentant un lustre marqué, plages noires et lisses sur lesquelles soit on ne distingue plus les grains, soit ils apparaissent légèrement relief ;
- des zones sur lesquelles le microrelief est irrégulier, recouvert d'un lustre translucide. Des traces d'arrachements et de micro-fractures de grains sont aussi présentes, les grains émoussés et lustrés dominant.

La formation des premiers stigmates est postérieure à celle des seconds.

Sur le corps de l'objet, un lustre identique à celui décrit pour la pièce 77 est développé.

#### *Interprétation*

La pièce comporte des états de surface différents très localisés témoignant d'un probable réemploi. Nous proposons la reconstitution suivante :

- un premier état de fonctionnement de type pilon, probablement en percussion lancée dominante, pour le travail d'un végétal ne contenant pas de graisse ;
- une seconde étape d'utilisation, probablement après la fracturation de l'objet, comprenant l'utilisation des deux extrémités en percussion posée sans répercutant associé pour le travail d'une matière souple comportant de la graisse, peut être de la peau.

### 3.3.2.4. La pièce 55

#### *Description*

Sur l'extrémité, on observe des traces de piquetage dominantes, les aspérités ont la forme de petites boules, elles sont plus développées sur le méplat. A la binoculaire, les traces de micro-fractures et d'arrachements des grains dominant. Certains présentent par ailleurs un fort arasement des sommets et on note un léger lustre translucide sur l'ensemble de la surface.

L'autre extrémité ne présente pas de trace d'utilisation évidente.

Sur le corps et dans les cupules, les traces de piquetage sont dominantes.

### *Interprétation*

Il n'y a pas de trace nette d'une utilisation du corps et des facettes concaves. Il est possible que ces dernières représentent uniquement une mise en forme visant à faciliter la préhension. Elle pourraient aussi avoir été aménagée pour des raisons esthétiques ou encore pour permettre la réalisation de l'extrémité en forme de sabot. Les traces présentes sur l'extrémité active indiquent une utilisation en percussion lancée et posée. La matière travaillée est probablement un végétal ne contenant pas de graisse.

### 3.3.2.5. La pièce 77

#### *Description*

L'extrémité opposée au plan de fracture présente des plages noires réfléchives gondolées. On note la présence d'ocre. A la binoculaire, les grains sont parfois affectés par un arasement des sommets et recouverts d'un lustre translucide. Ce lustre est sombre sur certaines plages, les grains ne sont presque plus reconnaissables. Cette usure est répartie selon une forte amplitude sur le microrelief.

Sur le plan de fracture, on observe aussi la présence de zones de lustre. Ces plages sont plus développées que sur l'autre extrémité et l'on note la formation de véritables zones d'homogénéisation.

Le lustre développé sur le corps de l'objet est similaire à ceux précédemment décrits pour les mêmes zones.

#### *Interprétation*

Les deux extrémités témoignent d'un fonctionnement dominant en percussion posée sans répercutant associé. Les zones d'homogénéisation indiquent le travail d'une matière souple contenant de la graisse, elles sont proches de celles reproduites lors du travail de la peau. Sur l'extrémité opposée au plan de fracture, ce travail a probablement été effectué avec de l'ocre.

### 3.3.2.6. Bilan de l'analyse tracéologique des pilons-broyeurs

Pour la seule pièce considérée comme typique (131), les morphologies des extrémités sont similaires à celles observées sur de nombreux pilons. Les observations à la binoculaire indiquent un fonctionnement en percussion lancée dominante. Il est donc probable que cette morphologie d'outil ne procède pas en définitive d'une utilisation différente de celle des pilons classiques. Sur plusieurs autres pièces (73, 44, 55), une utilisation essentiellement en percussion lancée semble dominer. Etant donnée la nature de notre référentiel, nous rencontrons des difficultés pour interpréter les états de surface : d'une part nous manquons de critères pour différencier dans certains cas les fonctionnements en percussion lancée dominante et en percussion posée sans répercutant associé d'autre part, il nous est difficile de déterminer le type de matière travaillé. Nous privilégions néanmoins l'hypothèse d'un pilage de matières végétales ne contenant pas de graisse. Ainsi, une poursuite de l'utilisation à différents stades de réduction de la pièce est envisageable pour la catégorie des pilons.

Les pièces 44 et 77 attestent d'un réemploi des extrémités probablement pour le travail de la peau. On note par ailleurs sur la pièce 131, une utilisation des faces en percussion lancée.

Les facettes aménagées sur le corps des pièces 55 et 203 ne présentent pas de traces évidentes d'une utilisation, les états de surfaces sont identiques au reste du corps de l'objet. Ceci favorise l'hypothèse d'un aménagement de moyens de préhension.

### 3.3.3. Synthèse de l'étude des "pilons-broyeurs" (6 objets)

Étapes technologiques	Éléments de caractérisation des étapes
<i>Choix des matières premières</i>	les types de basalte utilisés sont divers
<i>Mises en formes</i>	Seul un objet témoigne de la production intentionnelle d'un outil aux extrémités actives larges et de dimensions réduites par rapport à l'ensemble des pilons. Les autres pièces correspondent à des pilons fragmentés et attestent d'une modification importante des blocs d'origine. La pièce 203 pourrait faire exception, sa forme semble proche de celle d'un galet. Des pseudo-cupules sont observées sur les faces de la pièce 203 ainsi que sur le fragment de pilon en forme de sabot (55). Elles correspondent probablement à un aménagement de moyen de préhension.
<i>Variabilité morphologique</i>	<p>β Forme générale :</p> <p>Les corps montrent des sections rondes à ovales, les dimensions sont très variables, elles dépendent pour certaines pièces de l'état de fragmentation de l'objet.</p> <p>β Les morphologies des extrémités actives</p> <p>Extrémités larges et planes sauf pour le pilon-broyeur typique (appointée) et pour un des deux fragments de pilon (forme de sabot).</p>
<i>Hypothèse fonctionnelle</i>	<p>Les modes de fonctionnement peuvent être rapprochés de ceux des pilons, les traces d'une utilisation en percussion lancée sont dominantes. Les matières travaillées sont ainsi difficiles à déterminer, nous privilégions l'hypothèse de végétaux ne contenant pas de graisse. Ainsi, nous pouvons proposer l'hypothèse d'une poursuite de l'utilisation à différents stades de réduction des pièces.</p> <p>Sur deux objets (44 et 77), des traces d'une utilisation différente recourent ce premier stade de fonctionnement : elles correspondent à des utilisations en percussion posée sans répercutant associé probablement pour le travail de la peau.</p>
<i>Ravivage</i>	—
<i>Indices d'utilisation multiple</i>	<p>- deux pièces peuvent être considérées comme des réemplois de pilons pour le travail de la peau : 44 et 77</p> <p>- une utilisation probable plurifonctionnelle d'un objet : utilisation d'une des faces pour des actions de percussion lancée.</p>

tableau 40 : synthèse de l'étude des pilons-broyeurs de la grotte d'Hayonim (niveaux natoufiens).

## 3.4. Les pilons plats

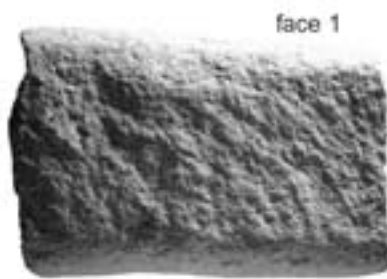
### 3.4.1. Description des pièces

Les pilons plats (6 objets) ont une morphologie allongée et rectangulaire en plan, en section ils présentent généralement une face plane à légèrement concave et une face plane à convexe. La forme des pièces, leurs dimensions conduisent à les rapprocher des pilons. Cependant la morphologie des faces ainsi que leur état de surface pose la question d'une utilisation de celles-ci.

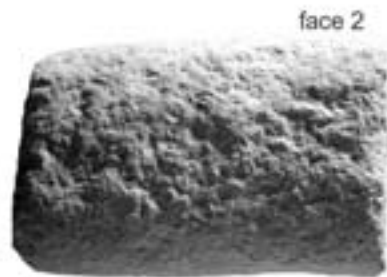


# Planche 64

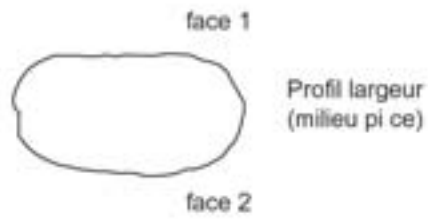
Pilon #99



face 1



face 2



face 1

Profil largeur  
(milieu pi ce)

face 2

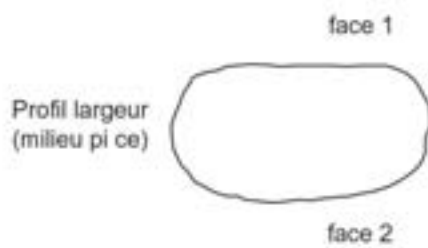


face 1

face 2

2 cm

Pilon #46



face 1

Profil largeur  
(milieu pi ce)

face 2



face 1

face 2



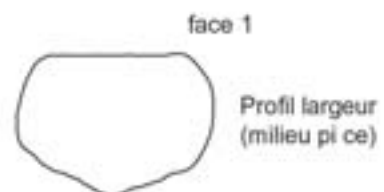
face 1



Pilon #74



face 1



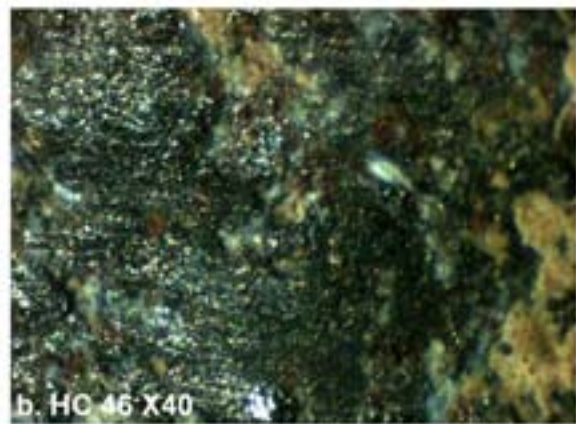
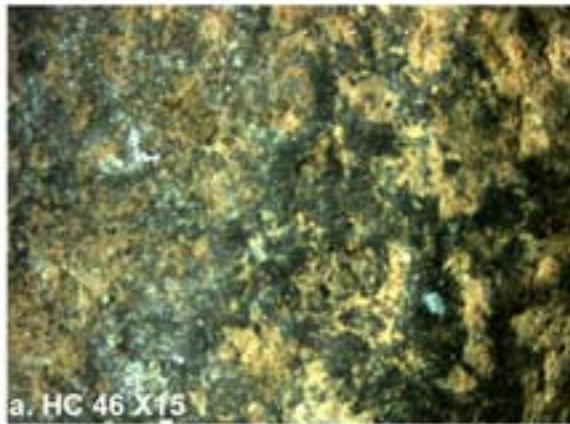
face 1

Profil largeur  
(milieu pi ce)

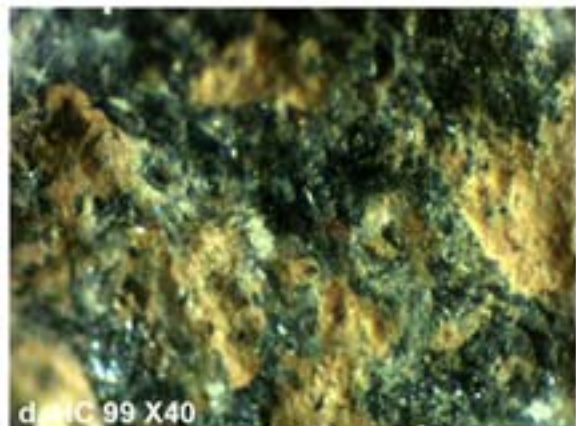
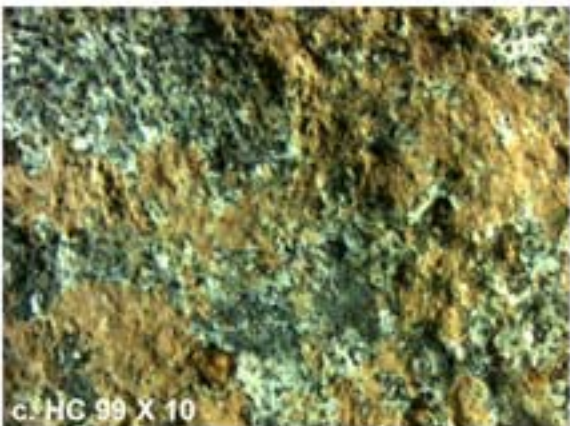
face 2

c t de la pi ce pr sentant une facette concave

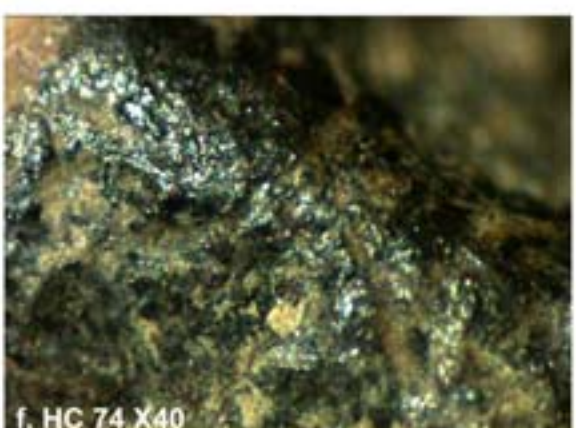
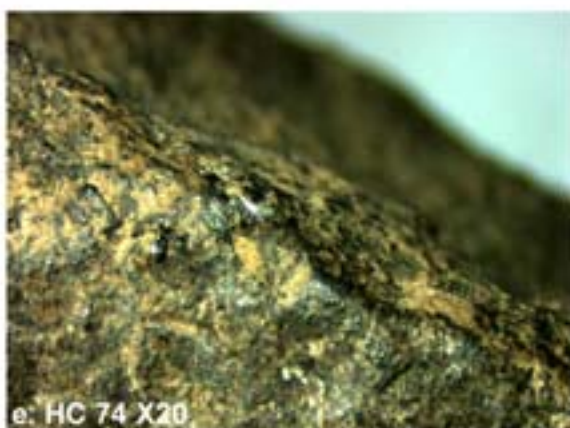
## Planche 65



Sur la face plano-concave l'usure est plus prononcée et les zones d'homogénéisation sont étendues



L'usure est beaucoup moins marquée sur la face convexe, à forts grossissements on observe la formation de petites zones d'homogénéisation.



L'usure est aussi très prononcée sur les arêtes formées par le recouvrement des faces (exemple de la pièce HC 74)

Planche 65 : le pilons plats de la grotte d'Hayonim, étude à faibles grossissements

Trois pièces peuvent être considérées comme typiques dans l'assemblage des basaltes, trois autres présentent des variations par rapport à cette définition générale (Planche 64). Par ailleurs, plusieurs pilons plats en calcaire sont aussi identifiés dans l'assemblage.

### 3.4.1.1. Les objets typiques

Les pièces typiques sont toutes fragmentées, l'extrémité originelle est conservée sur l'une d'entre elles (46). La pièce 99 est un fragment de corps. Les états de surface des faces planes sont dissemblables macroscopiquement : léger lustre développé sur la face la plus plane, un fort arasement des aspérités sur l'autre face. La pièce 46 présente un lustre beaucoup plus prononcé que la précédente. Sur l'extrémité, l'état de surface est identique à celui de la face lustrée. La pièce 97 est aussi un fragment de corps, les deux faces ont une convexité plus prononcée que celle des autres objets, elles sont fortement concrétionnées.

### 3.4.1.2. Les objets atypiques

Parmi les pièces atypiques, le pilon reconstitué par le remontage des pièces 611 et 243 présente une morphologie intermédiaire entre les pilons de section ovale et les pilons plats. Une face est nettement plane, contrairement aux autres objets de cette catégorie, elle ne présente pas de lustre prononcé. Une des extrémités est similaire à certaines représentées dans l'assemblage des pilons : de type fracture émoussée, elle présente un mâchurage des bords qui pourrait être lié à la mise en forme de l'objet. L'autre extrémité porte des traces d'utilisation en percussion lancée et posée. Elle est large, aplanie et présente un léger lustre. Les plans de fracture des deux fragments sont émoussés et l'arête de recoupement avec le corps est mâchurée. Ceci peut indiquer une poursuite de l'utilisation ou un réemploi après fracturation. Une des faces de la pièce 611 porte des traces de percussion lancée postérieures au travail de mise en forme qui sont reprises par un émoussé développé sur les aspérités. Elles pourraient correspondre à un réemploi de la pièce après fracturation.

La pièce 204 est sur plusieurs aspects similaire à la précédente. Il s'agit d'un fragment de corps de pilon plat, la convexité des faces est plus accentuée que dans les cas typiques. Les plans de fractures perpendiculaires à l'axe d'allongement de la pièce sont tous les deux émoussés. Une des faces présente des traces d'impacts peut être associées à de l'abrasion. Sur la face opposée, les traces d'abrasion sont plus nettes et forment de petites plages d'usure planes.

La pièce 74, réalisée sur un galet allongé, n'est pas entièrement mise en forme. On note cependant une petite cupule sur un des côtés de la pièce qui pourrait correspondre à un aménagement pour faciliter la préhension de l'outil. Elle peut être rapprochée des pilons plats car elle présente un lustre prononcé sur une face légèrement concave en section longitudinale. Elle porte aussi des traces d'utilisation en percussion lancée sur une des extrémités.

### 3.4.1.3. Bilan des variations morphologiques

Les variations morphologiques par rapport à la définition proposée en introduction portent sur:

- la forme en section des pièces, tendant vers des morphologies ovales pour le remontage des pièces 611 – 243 et pour l'objet 204 ;
- l'investissement dans la mise en forme : pour l'objet 74, une morphologie naturelle de galet proche de celle des pilons plats a été exploitée. Une des faces planes est légèrement concave en section et présente, tout comme les objets typiques, un lustre prononcé.

## 3.4.2. Etude tracéologique

### 3.4.2.1. Description et variabilité des traces d'usure

Pour ce type d'outil se pose la question de l'utilisation des grandes faces en percussion posée. La surface de la pièce 97 est entièrement concrétionnée, l'objet n'a donc pas pu être pris en compte dans cette étude. A l'exception de la pièce 243, les états de surface peuvent être décrits comme suit (Planche 65) :

- pour la face concave/plane : au niveau macroscopique, la surface est irrégulière mais de faible amplitude, elle est gondolée présentant un lustre plus ou moins prononcé selon les pièces. A la binoculaire, le relief apparaît toujours gondolé, présente un émoussé et un lustre général. Des zones sombres réfléchives forment de petits dômes sur les aspérités. A plus forts grossissements, on note des altérations de type microfractures et arrachements, certains grains sont par ailleurs émoussés. Des petites plages d'homogénéisation sombres et fortement réfléchives sont développées essentiellement sur les aspérités. On observe par ailleurs des zones réfléchives d'arasement fort des sommets des grains créant des plages sans

interstices. En général, les zones d'homogénéisation sont plus particulièrement développées sur les bords des faces actives, sur les arêtes de recoupement entre la face et la bordure qui sont proéminentes ;

- la face convexe n'est observable que sur deux objets, nous n'observons pas de trace d'usure marquée, cependant de petites zones d'homogénéisation portant un lustre sont observées sur une des pièces ;

- sur les extrémités : celles-ci aussi ne peuvent être étudiées que sur deux des pièces : sur la pièce 46, le lustre est beaucoup plus prononcé sur l'extrémité, il est malheureusement difficilement observable à la binoculaire en raison des dimensions de la pièce. L'usure apparaît aussi plus prononcée sur une des extrémités de la pièce 74 non transformée. Celle-ci offre une surface large, plane, en biseau par rapport à la morphologie générale de la pièce. Développées sur les plages d'homogénéisation, des stries indiquent un mouvement de va-et-vient dans le sens de l'axe d'allongement de la pièce.

La pièce 243, quant à elle, ne présente pas de trace évidente d'utilisation des faces, une usure de type piquetage domine. Les états de surface des extrémités indiquent une utilisation en percussion lancée et posée, au moins pour l'une d'entre elles, elle présente aussi un léger lustre.

### 3.4.2.2. Interprétation

#### *Fonctionnement*

Les observations permettent de conclure à une utilisation des faces des deux pilons plats typiques ainsi que de la pièce 74, probablement essentiellement de la face plane à légèrement convexe de ces objets. La répartition des traces, l'absence de formation de plage d'arasement marquée et d'une opposition nette dans la répartition des altérations entre aspérités et anfractuosités amènent à proposer l'hypothèse d'un fonctionnement sans répercutant associé. L'usure apparaît plus marquée sur les arêtes légèrement proéminentes des faces actives, plutôt qu'une utilisation principale des arêtes, ceci pourrait dénoter d'un contact plus prononcé avec ces zones. Sur deux des pièces, nous avons des indices d'une utilisation intensive des extrémités. Des stries ne sont observées sur un objet, elles indiquent un mouvement de va-et-vient dans le sens de l'axe d'allongement de la pièce.

#### *Matière travaillée, adjuvant*

La répartition des traces, les émoussés et arasement des sommets ainsi que la présence d'un lustre quasi généralisé plaide pour un contact avec une matière souple contenant un lubrifiant. Ici encore, les zones d'homogénéisation et le lustre prononcé nous semblent particulièrement diagnostiques. Elles nous apparaissent indiquer du travail de la peau. Il est difficile de se prononcer sur l'utilisation d'un adjuvant.

### 3.4.2.3. Bilan de l'analyse tracéologique des pilons plats

L'étude tracéologique indique une utilisation des faces des objets, plus prononcée sur la face la concave à plane, et des extrémités. Les traces d'usage sont identiques sur l'ensemble des pièces à l'exception du fragment 243 sur lequel les stigmates de piquetage dominant. Elles correspondent au travail de la peau (Planche 65).

La localisation des usures sur les faces et les extrémités pourraient correspondre à un fonctionnement en outil composite.

### 3.4.3. Synthèse de l'étude des pilons plats

Étapes du cycle de vie des objets	Éléments de caractérisation des étapes
<i>Choix des matières premières</i>	dominance des basaltes de type D, matières non vacuolaires
<i>Mises en formes</i>	elles sont généralisées et témoignent d'un investissement important lors de la production : recherche de blocs et grandes dimensions et modification totale de la morphologie du bloc d'origine. Seule une pièce indique l'exploitation d'un galet naturel dont la forme est proche de celle des pilons plats typiques.
<i>Variabilité morphologique</i>	Les sections des corps des objets sont plus ou moins ovalaires. On retrouve généralement une face légèrement concave à plane en section transversale opposée à une autre convexe. Les extrémités sont planes et larges.
<i>Hypothèse fonctionnelle</i>	- zones actives : utilisation des faces et des extrémités ; - fonctionnement : en percussion posée sans répercutant associé ; - geste : direction indéterminée ; - matière d'œuvre : travail de la peau. Problème pour interpréter l'emploi combinée des faces et des extrémités : probable outil à utilisation composée.
<i>Ravivage</i>	—
<i>Indices d'utilisation multiple</i>	Les traces observables sur les plans de fracture de remontage des pièces 611 – 243 indiquent une poursuite de l'utilisation après fragmentation de la pièce. Sur les faces de 243, les traces de piquetage dominant. Ces stigmates pourraient être postérieurs à la fragmentation de la pièce et correspondre à un second stade d'utilisation : réemploi / recyclage.

tableau 41 : synthèse de l'étude des pilons plats de la grotte d'Hayonim (niveaux natoufiens).

## 3.5. Pièces atypiques et possibles réemplois en percussion posée

Nous présenterons, pour chaque catégorie de vestiges distinguée, une description des pièces suivie de leur analyse à faibles grossissements.

### 3.5.1. Les pièces foliacées avec mâchurage des bords

#### 3.5.1.1. Description des objets

Trois objets sont classés dans cette catégorie (# 83, 279, 879) : ils sont peu épais et présentent une forme foliacée à ovale en plan. Ils portent des traces d'usure marquées sur les flancs associant des stigmates correspondant à des actions en percussion lancée et lustre.

#### *La pièce 83*

La pièce 83 (dimensions : 9.4 / 5.4 / 1.6) de forme foliacée en plan et de section longitudinale concave / convexe, est fragmentée à une extrémité. Sur chacune des faces, un éclat se développe à partir du bord. Ils sont tous deux postérieurs à la mise en forme de la pièce qui semble totale. Les états de surface diffèrent

sur chaque face : sur la face concave domine un arasement des aspérités créant de petites plages planes à légèrement convexes. Sur la face convexe, la surface est émoussée et présente un léger lustre. Sur les flancs, les éclats, associés à de petits rebroussés, pourraient indiquer une utilisation en percussion lancée. Ces stigmates sont émoussés mais le lustre observé sur une des faces n'y est pas développé. Les flancs ne présentent pas de traces évidentes d'une utilisation en percussion posée.

### *Les pièces 279 et 879*

Les pièces 279 et 879 présentent une morphologie similaire : il s'agit de deux pièces plates, peu épaisses, de forme ovale en plan. De petits éclats rebroussés partant des flancs se développent sur les faces planes. Les deux pièces présentent des traces d'usure marquées sur les flancs, elles associent traces d'impacts, stries profondes et lustre prononcé. Les faces planes présentent aussi un léger lustre réfléchissant.

## 3.5.1.2. Etude tracéologique

### *Caractérisation et variabilité des traces d'usage*

- Les deux faces de la pièce 83 montrent des états de surface différents. La face concave, présente des plages planes à légèrement bombées sur les aspérités. Des altérations de type arrachements, arasements forts des sommets ainsi que des grains légèrement en relief et émoussés sont observés. Ces zones présentent par ailleurs un lustre translucide. Ces altérations ne sont pas développées dans les anfractuosités. Sur la face convexe et sur la tranche, l'usure est développée essentiellement sur les aspérités mais présente une forte amplitude, elle forme des plages bombées à légèrement convexes. Les grains sont en général en relief et émoussés, un lustre de couleur sombre est observé. Ces altérations sont également développées sur l'un des négatifs d'enlèvement.
- Les pièces 279 et 879 montrent sur leur flanc des traces d'impact associées à des stries nettes et profondes ainsi qu'à un lustre translucide. Les grains sont en général légèrement en relief et émoussés. Ces altérations sont de forte amplitude et se développent dans les anfractuosités de la roche. Le lustre est aussi marqué sur les faces planes des objets et associé à des arasements forts du sommet des grains.

### *Interprétation*

- fonctionnement : la pièce 83 est difficile à comprendre. Il est possible que l'objet constitue un réemploi d'un fragment d'outil de basalte, on pense en particulier à un fragment de paroi de mortier. Ceci pourrait expliquer les différences d'état de surface observées sur les deux faces. Nous ne sommes pas en mesure de proposer une hypothèse fonctionnelle pour cette pièce.

Le fonctionnement des pièces 279 et 879 indique une utilisation des faces en percussion posée et des tranches en percussion posée et lancée. Il est difficile de déterminer si le mâchurage des flancs procède d'une mise en forme ou d'une réduction au cours de l'utilisation. Les stries apparaissent strictement associées aux zones avec enlèvements, notons qu'aucun d'eux ne recoupe le lustre. Ces enlèvements résultent donc probablement d'une phase de mise en forme ou d'utilisation antérieure. La mise en forme pourrait avoir eu pour objectif d'amincir l'épaisseur du flanc de la zone active. Les stries indiquent une utilisation en percussion posée dans le sens de la largeur du bord. En résumé, ces pièces semblent avoir fonctionné essentiellement en percussion posée avec utilisation de la tranche et des faces.

- matière travaillée : pour ces deux derniers objets, les types d'altérations sont proches de celles résultant d'un travail de végétaux ligneux. Les stries profondes et très marquées témoignent d'un contact abrasif que nous n'avons pas reproduit expérimentalement. Faut-il envisager un autre type de matière ou encore l'utilisation d'un adjuvant abrasif ? Le fonctionnement des pièces nous conduit en définitive à les rapprocher des *muller*, bien que l'utilisation des flancs semble se faire essentiellement ici en percussion posée. Pour ces objets Belfer-Cohen (1988c) avait proposé, en se fondant sur des données ethnologiques, une utilisation pour le travail de fibres dans des activités de vannerie.

### *Synthèse de l'analyse tracéologique*

- Pour la pièce 83, l'étude indique une utilisation en percussion posée sur les faces et peut être en percussion lancée sur les flancs. Les variations d'état de surface constatées entre les deux faces opposées sont probablement liées à un état premier de la pièce qui pourraient correspondre au recyclage d'un fragment d'outil. Il semble en effet que le fragment ait été mis en forme pour une seconde utilisation dont nous n'avons pas été en mesure de déterminer la nature.

- Pour les pièces 279 et 879 nous concluons à une utilisation des faces en percussion posée et des flancs en percussion lancée et posée. Il semble que les mêmes matériaux aient été

travaillés par les deux zones. Par ailleurs, on ne détermine pas d'enchaînement chronologique dans la formation des usures. En conséquence, les outils pourraient être considérés comme composites, offrant différentes morphologies de zones actives pour le travail d'une même matière. Les traces d'usure sont proches de celles obtenues lors de l'abrasion de bois, nous proposons ainsi l'hypothèse d'un travail de végétaux ligneux.

De par leur mode de fonctionnement, ces objets peuvent être rapprochés des *muller* pour lesquels Belfer-Cohen (1988c) avait proposé l'hypothèse d'une utilisation pour la transformation des fibres dans des activités de vannerie.

## 3.5.2. Les objets de type proto-muller

### 3.5.2.1. Description des pièces

Le galet 122 est considéré comme "*proto-muller*" par Belfer-Cohen : il présente en effet des stigmates proches de ceux observés sur les *muller*, des traces d'impacts émoussés recouvrant un des bords et créant une bande de morphologie convexe en section longitudinale et plane en section transversale. Le galet présente par ailleurs des traces d'impacts sur une des extrémités, localisées dans l'axe d'allongement de la pièce indiquant une utilisation en percussion lancée.

La pièce 683 est un petit bloc de basalte de forme allongée, ovale en section transversale, fragmenté sur une extrémité. Il présente aussi des traces d'impacts localisées sur une extrémité ainsi que des stigmates d'usure en percussion posée sur les faces (aspérités de la surface arasées). Les traces d'utilisation apparaissent plus marquées sur la tranche de la pièce et rappellent celles décrites précédemment : une association entre impacts et émoussé généralisé ne formant pas de plages d'abrasion sur les aspérités.

### 3.5.2.2. Etude tracéologique

#### *Caractérisation des stigmates*

Les traces d'utilisation en percussion posée sont localisées sur la tranche du galet 122 et associées à des traces de percussion comme ceci est le cas pour les *mullers* typiques. Macroscopiquement, la surface présente un émoussé général. Des traces d'arrachements sont présentes mais peu fréquentes, les grains sont en général en relief émoussés, sur certains, on note un arasement fort des sommets. La surface présente un lustre prononcé translucide, semblable à un verni déposé sur la surface. Aucune strie claire n'est observée. L'usure est de forte amplitude et se développe sur d'anciens impacts, certaines traces d'impact sont aussi postérieures à la formation de l'usure. Une usure de même type est trouvée sur la pièce 683 qui associe une utilisation de la bordure en percussion lancée / posée et une utilisation des faces planes en percussion posée. Le lustre y apparaît plus prononcé et de plus forte amplitude. Il est aussi développé sur une des faces planes de l'objet, où l'on constate des zones de fort arasement des sommets des grains.

#### *Interprétation*

- fonctionnement : l'objet 122 est utilisé en percussion lancée sur une des extrémités et selon un geste associant percussions lancées et posées sur un des flancs. On retrouve ce type d'utilisation sur le galet 683 probablement associé à un usage des faces en percussion posée.

- matière travaillée : les traces les plus proches de celles observées ont été produites lors de l'abrasion d'un fût de bois. L'abraseur expérimental présente des grains émoussés, certains avec un arasement fort des sommets, les altérations sont de forte amplitude et l'on a observé le développement d'un lustre décrit comme un film réfléchissant translucide. L'hypothèse proposée est donc celle du travail de végétaux ligneux. Elle rejoint celle avancée par Belfer-Cohen pour les *muller* en calcaire.

### *Synthèse de l'analyse tracéologique*

Les deux objets présentent des traces d'usure sur les flancs correspondant probablement au travail de végétaux ligneux selon un geste associant percussion lancée et posée. Sur la pièce 683, la même matière semble avoir été travaillée sur les faces en percussion posée, l'outil peut être considéré comme composite. Par ailleurs, les extrémités des deux pièces ont été utilisées en percussion lancée. Ils pourraient donc s'agir d'outils plurifonctionnels.

## **3.5.3. La pièce 246**

### **3.5.3.1. Description**

La pièce est fragmentée dans sa longueur, de forme triangulaire allongée en plan et ovale en section (dimensions : 8.6 / 4.7 / 3). Des traces de piquetage sont présentes sur les bords de la pièce, elles témoignent d'une probable mise en forme générale de l'objet. L'extrémité conservée porte de traces d'impacts profonds entraînant un aplanissement. Ces stigmates résultent probablement d'une utilisation en percussion lancée. Les deux faces sont aplanies, régularisées, elles semblent présenter des traces d'usage en percussion posée localisées sur leur centre, non envahissantes sur les flancs.

### **3.5.3.2. Etude tracéologique**

#### *Caractérisation des stigmates d'usage*

Suite aux observations macroscopiques, nous avons proposé une utilisation des faces planes en percussion posée et de l'extrémité conservée en percussion lancée. A la binoculaire, on observe des plages d'abrasion très étendues ainsi que de nombreuses traces de piquetage sur les deux faces. Sur les plateaux, les grains sont affectés par des microfractures et des arrachements. Sur les parties les plus hautes de ces plateaux, se développent de petites zones présentant un lustre translucide, parfois recoupées par du piquetage. Par ailleurs, une des faces présente des stries profondes isolées et groupées évoquant un raclage de la surface avec un outil tranchant. Sur la périphérie des deux faces planes, on observe des zones d'homogénéisation formant de petits dômes, les grains restent légèrement en relief mais présentent une teinte noire et sont fortement réfléchissants.

#### *Interprétation*

Nous privilégions ici l'hypothèse que les traces d'usure observées en périphérie des faces planes correspondent aux résidus d'une ancienne surface d'usure ravivée. Les zones de pseudo-homogénéisation, sombres et réfléchissantes évoquent ici encore un travail de la peau. Sur les faces elles-mêmes, les traces d'un contact abrasif dominant. Le lustre développé sur les aspérités des plateaux apparaît parfois tronqué par des traces d'impact. Cependant, contrairement aux états de surface observés sur la plupart des objets ravivés, les traces d'impact ne sont pas dominantes. Les surfaces témoignent aussi d'un contact abrasif en percussion posée. Sur une des faces, les stries évoquant un raclage de la surface pourraient être post-dépositionnelles. Elles pourraient aussi relever d'une technique de ravivage, c'est cependant le seul cas représenté dans l'assemblage.

### **3.5.3.3. Synthèse de l'étude fonctionnelle de la pièce 246**

La pièce est de forme triangulaire en plan, ovale et fine en section. Elle porte des stigmates d'une utilisation en percussion lancée contre une matière dure sur une extrémité et des traces d'un travail en percussion posée sur les faces. Ces dernières sont plus marquées en périphérie des faces qui ont peut être fait l'objet d'un ravivage par piquetage. L'une d'elles présente par ailleurs des traces d'un raclage avec un outil tranchant. Sur les bords des faces actives, l'usure peut être interprétée comme résultant d'un travail de la peau.



## 3.5.4. Les possibles répercutants

### 3.5.4.1. Description générale

Un des fragments de mortier a probablement été réemployé comme pièce passive pour un travail en percussion posée : sur la face interne convexe du fragment, une petite zone présente un état de surface différent du reste de la surface et développé postérieurement. Cet état de surface est associé à des résidus d'ocre.

Un des fragments classé dans la catégorie des mortiers présente une morphologie atypique, elle pourrait être interprétée comme correspondant à une meule à sillon, du type de celles utilisées par les Aborigènes australiens. La pièce est fragmentée, on observe sur une face un sillon de petit diamètre présentant un lustre et de l'autre côté, une face plane et un bord convexe qui s'évase. Ces derniers portent les traces d'un piquetage. Ils pourraient constituer la base de la meule. La position du sillon est légèrement déjetée par rapport à cette possible base. Le profil longitudinal du fond du sillon est généralement rectiligne mais présente des ondulations. Des traces d'impacts postérieurs à la formation du lustre sont observées sur une petite zone proche de l'un des plans de fracture. La morphologie de la surface opposée au sillon, la forme rectiligne du sillon (il ne s'évase pas) sont difficiles à replacer dans des formes de type mortier ou *stone-pipe*.

### 3.5.4.2. Etude tracéologique

#### *La pièce 104*

Macroscopiquement, la surface interne du fragment de mortier présente deux états de surface différents, dont l'un, concernant une petite zone, est associé à des résidus d'ocre. La pièce ne pouvant être nettoyée, une description complète des états de surface à la binoculaire n'apparaît pas possible. On remarque néanmoins sur cette zone une forte régularisation de la surface. Ces altérations recouvrent et emportent le lustre développé sur l'ensemble de la surface. On observe des arrachements et microfractures de grains. L'hypothèse d'une utilisation pour le broyage d'ocre semble donc à privilégier.

#### *La pièce 633*

Le microrelief est organisé selon une opposition entre anfractuosités où les traces de piquetage dominent et aspérités fortement arasées. Sur les plateaux, les grains ne présentent pas d'interstices entre eux et les plages sont discontinues interrompues par de petites anfractuosités. Les grains de la roche restent individualisables (coupe de grains), ils sont recouverts d'un lustre prononcé. Plusieurs petites zones de piquetage postérieures à la formation des plateaux sont notées. Beaucoup des anfractuosités sont concrétionnées, lorsqu'elles sont observables, on note une grande majorité de grains aux arêtes vives et quelques uns sont émoussés.

Nous avons comparé cet état de surface avec ceux des faces internes de plusieurs fragments de mortier. L'usure de la pièce 633 pourrait être rapprochée de celles de certains objets. Néanmoins cette étude doit être poursuivie afin de confirmer ces conclusions. Si la morphologie de la pièce et l'organisation du microrelief indiquent clairement un travail en association avec un répercutant, nous ne disposons pas, par exemple, de référence pour différencier une utilisation de type mortier ou meule. Il est alors difficile de trancher sur la question du fonctionnement de la pièce. En ce qui concerne la matière travaillée, les caractéristiques de l'usure sont proches de celles obtenues lors du broyage de matières animales (viande, poisson).

### 3.5.4.3. Bilan de l'étude des "répercutants"

Deux objets ont fonctionné en pièce passive peut être associée à un élément passif utilisé en percussion posée :

- la pièce 104 est en fragment de mortier probablement réutilisé après fragmentation sur sa face interne pour le broyage d'ocre ;
- la pièce 633 est aussi fragmentée, elle pourrait correspondre à un fragment de mortier. Sa morphologie nous semble plus proche de celle des meules à sillon australiennes. Cependant, aucun objet de ce type n'est connu pour le Natoufien. Les traces d'usure présentent différentes caractéristiques reproduites lors du broyage de matières animales (viande ou

poisson séché). Une étude comparée avec l'ensemble des mortiers est nécessaire afin de déterminer le fonctionnement de l'objet.

### 3.5.5. Synthèse de l'étude des pièces atypiques et possibles réemplois

Dans l'ensemble des pièces dites atypiques, différents modes de fonctionnement et de matière travaillée ont été identifiés. En ce qui concerne les percutants, nous pouvons regrouper ces objets selon les catégories suivantes :

- les pièces utilisées sur leur flanc pour le travail de végétaux ligneux comprennent deux *proto-muller* ainsi que deux pièces foliacées de faible épaisseur. Les deux types d'objet ont travaillé en percussion lancée et posée sur les flancs mais aussi en percussion posée sur les faces. Pour les pièces foliacées, les traces d'un contact abrasif sont plus marquées que pour les *proto-muller*. Ceci peut indiquer le traitement de matières différentes au sein d'une même catégorie générale ou l'utilisation d'un adjuvant. Les *proto-muller* portent par ailleurs des stigmates d'une utilisation des extrémités en percussion lancée ;

- pour la troisième pièce foliacée représentée dans la série nous proposons l'hypothèse d'un recyclage d'un fragment d'outil de broyage. Les flancs portent des stigmates qui pourraient correspondre à une utilisation en percussion lancée. Les faces ont été utilisées en percussion posée, nous n'avons pas été en mesure de déterminer le type de matière travaillée ;

- enfin, une dernière pièce peu épaisse, de forme triangulaire en plan a probablement été utilisée sur ces faces pour le travail de la peau. Les usures sont tronquées par des traces de piquetage ou de raclage de la surface pouvant correspondre à un ravivage de la pièce.

Les possibles répercutants identifiés dans l'assemblage comprennent un fragment de mortier réutilisé sur sa face interne pour le broyage d'ocre ainsi qu'un fragment dont l'interprétation en tant que mortier nous semble discutable. Il pourrait correspondre à une meule à sillon cependant, une étude comparative avec l'ensemble des mortiers est nécessaire afin de déterminer le fonctionnement de l'objet.

## **3.6. Synthèse générale de l'étude de l'outillage utilisé en percussion posée diffuse**

Les tableaux 43 et 44 donnent une synthèse des résultats de l'analyse des outils actifs et passif de basalte fonctionnant en percussion posée diffuse.

### **3.6.1. Outillage et activités mises en évidence**

#### **3.6.1.1. Outils actifs utilisés pour le travail de la peau**

C'est la catégorie d'artefact la mieux représentée sur le site, elle comprend : les molettes, les galets utilisés bruts, les pilons plats, une pièce plate de forme triangulaire en plan ainsi qu'un fragment de pilon.

Certains de ces objets semblent participer à différentes étapes de traitement de la peau : phase de nettoyage documentée sur les molettes, traitement avec des matières grasses et parfois de l'ocre pour les galets lustrés. Des expérimentations supplémentaires sont cependant nécessaires pour confirmer une utilisation d'adjuvant pour ces derniers outils. Par ailleurs, différents galets ont probablement fonctionné de façon plus complexe. Pour ces pièces, s'il est possible de proposer des hypothèses relatives à la matière d'œuvre, la détermination du fonctionnement de l'outil est plus problématique. C'est par exemple le cas pour le galet associant cupule et lustre.

La compréhension des modes de fonctionnement des pilons plats est aussi très problématique, en particulier car ils documentent l'utilisation combinée des faces planes et des extrémités.

Pour l'ensemble de ces outils, différents stades de mise en forme sont représentés : certains peuvent être considérés comme des outils investis (pilons plats), tandis que les galets bruts attestent d'une exploitation opportuniste de blocs collectés. Le réemploi d'un pilon fragmenté indique par ailleurs une circulation entre différentes catégories d'outil. Les limites entre ces différents stades de mise en forme sont par ailleurs souples : des galets ont fait l'objet de piquetage partiel, dans la catégorie des pilons plats, on note l'utilisation d'un bloc allongé peu transformé. Les traces de ravivage ne sont envisagées que pour une des molettes.

#### **3.6.1.2. Outils actifs utilisés pour le travail de végétaux ligneux**

Nous retrouvons de façon récurrente des états de surface proches de ceux obtenus lors du travail du bois sur les pièces montrant des traces d'utilisation sur leur flanc. L'hypothèse qui est apparue la plus probable est celle du travail de végétaux ligneux. Ces outils sont proches des *muller* en calcaire pour lesquels Belfer-Cohen (1988c) avait envisagé une utilisation dans des activités de vannerie. Des expérimentations sont nécessaires afin de tester l'hypothèse proposée. Ce travail associerait, d'après les stigmates d'usage, percussion lancée et posée

probablement sur un support dur. Certaines pièces témoignent par ailleurs d'un fonctionnement plus complexe associant l'utilisation des faces et des flancs.

Ici encore les mises en formes sont variables totales ou partielles sur la pièce, recyclage d'un fragment de matériel de broyage.

### **3.6.1.3. Outils passifs**

Les répercutants sont presque inexistants dans cette série puisque l'on a identifié le réemploi d'un fragment de mortier pour des opérations de broyage de l'ocre et un autre cas dont l'attribution est problématique ; l'objet pourrait correspondre soit à une meule à sillon soit à un fragment de mortier. Pour cette dernière pièce, les états de surface sont proches de ceux obtenus lors du broyage de matière animale.

<i>Catégories typologiques</i>	<i>Investissement dans la mise en forme, réemploi</i>	<i>Variabilité morphologique</i>	<i>Fonctionnement</i>	<i>Matière travaillée</i>	<i>Entretien, ravivage</i>	<i>Indices d'utilisation multiple</i>
Molettes (5 objets)	piquetage plus ou moins généralisé et aménagement des flancs non systématique	forme ovale en plan et en section à l'exception d'une pièce de section plano-convexe	utilisation des faces planes et d'une extrémité pour une pièce en percussion posée sans répercutant associé	peau avec adjuvant de type eau	possible ravivage par piquetage sur une pièce	sur un objet utilisation de différentes zones (face et extrémité)
Galets lustrés (12 objets)	utilisation de galets bruts, aménagement de petites zones par piquetage	forme ovale en plan et en section sauf pour une pièce allongée	Utilisation des faces en percussion posée sans répercutant associé	peau avec adjuvant contenant des matières grasses et non systématiquement ocre	—	problème de l'association entre cupule et lustre
Pilons –broyeurs (6 objets)	mise en forme totale	variabilité des dimensions et des morphologies des extrémités actives, la majeure partie est plane et large	Fonctionnement de type pilon dominant (percussion lancée)	Possible travail de végétaux ne contenant pas de matière grasse	—	réemploi de pilon fragmenté pour le travail de la peau
Pilons plats (6 objets)	mise en forme totale, pour une pièce exploitation de la morphologie naturelle d'un galet	sections rectangulaires à ovales	utilisation des faces et des extrémités en percussion posée sans répercutant associé	travail de la peau	—	poursuite de l'utilisation après fragmentation, possible réemploi
Pièces foliacées (3 objets)	mise en forme générale et recyclage de fragment d'outil de broyage	forme en plan foliacée, faible épaisseur	1. une pièce avec utilisation des faces en percussion posée ; 2. deux pièces avec utilisation des flancs en percussion lancée et posée.	1. indéterminée 2. travail probable de végétaux ligneux	—	2. utilisation des extrémités en percussion lancée
Proto-muller (2 objets)	mise en forme probablement partielle de galets naturels		utilisation des flancs en percussion posée et lancée	travail de végétaux ligneux	—	utilisation des extrémités en percussion lancée
Pièce triangulaire 246	mise en forme générale par piquetage		utilisation des extrémités et des faces planes	peau	probable ravivage par raclage	utilisation des extrémités en percussion lancée

tableau 42 : synthèse de l'étude des outils actifs travaillant en percussion posée pour la grotte d'Hayonim (niveaux natoufiens). En grisé : utilisation relatives au travail de végétaux ligneux ; en blanc : utilisation relative au travail de la peau.

<i>Catégories typologiques</i>	<i>Investissement dans la mise en forme, réemploi</i>	<i>Variabilité morphologique</i>	<i>Fonctionnement</i>	<i>Matière travaillée</i>	<i>Entretien, ravivage</i>	<i>Indices d'utilisation multiple</i>
Répercutants (2 objets)	1. un réemploi de fragment de mortier 2. une possible meule à sillon (mise en forme généralisée)	—	1. élément passif probablement utilisé en combinaison avec un élément actif fonctionnant en percussion posée 2. possible élément passif utilisé en combinaison avec un élément actif fonctionnant en percussion posée	1. broyage d'ocre 2. broyage de matière animale	2. traces de ravivage par piquetage.	1. réemploi d'un fragment de mortier

tableau 43 : synthèse de l'étude des outils passifs fonctionnant en percussion posée de la grotte d'Hayonim ( niveaux natoufiens).

### 3.6.2. Caractérisation des modes de gestion des outils utilisés en percussion posée diffuse

- état de conservation : Les états de surface témoignent généralement d'une bonne conservation des pièces. Les altérations sont dans certains cas importantes. Elles peuvent recouvrir l'ensemble de la pièce ou prendre la forme de desquamations de surface localisées. Par ailleurs, certains états de surface témoignent de processus d'altération moins agressifs, entraînant la formation d'émoûsés et de léger lustre.
- choix de la matière première : nous n'avons pas identifié de sélection d'un certain type de basalte pour la production de catégorie spécifique. Ceci doit être nuancé pour la classe des galets lustrés où les basaltes de type G ont été préférentiellement utilisés. Généralement, on note une exploitation plus importante des basaltes non vacuolaires.
- mises en forme : contrairement à ce que l'on observe pour les pilons et mortiers qui témoignent d'un investissement important dans leur production, la plupart des objets utilisés en percussion posée diffuse montre des mises en forme sommaires ou sont utilisés bruts, ceci à l'exception des pilons plats. Ces pièces constituent la seule catégorie d'artefacts ayant fait l'objet d'un investissement important lors de leur production. La majorité des autres pièces a été aménagée sur des galets ou constitue des réemplois ou recyclages d'outil de broyage fragmentés. Nous avons dans cet assemblage des formes très diverses que l'on pourrait aisément interpréter en terme de fonctionnements différents : morphologie de type galet ou molette avec utilisation des faces planes, pilons plats montrant un usage de grande surface plane et des extrémités, pièces dont les parties actives sont localisées sur les flancs peu épais et travaillant en percussion lancée et posée. L'assemblage des objets travaillant en percussion posée est ainsi très varié même si il représente une faible proportion du matériel de percussion.
- cycle utilisation – ravivage : la diversité des formes utilisées en percussion posée plaide donc a priori pour une variété des modes de fonctionnement des outils qui pourrait être liée à celle des matières travaillées. Or, une première caractéristique marquante ressortant de l'analyse tracéologique est la proportion importante d'objets présentant des traces d'usure indiquant un travail de la peau. Cette activité est ainsi représentée par une large gamme d'outils, certains ayant fait l'objet d'une mise en forme élaborée (pilons plats), d'autres témoignant de l'exploitation de blocs naturels ou de réemploi de matériel fragmenté. Dans cet ensemble, certaines différences morphologiques ou technologiques recouvrent des variations dans les modes d'utilisation. Sur plusieurs objets, la présence de stigmates de nature différentes indique par ailleurs de probables utilisations plurifonctionnelles. Les associations concernent généralement percussion posée et lancée, il n'est pas toujours possible de déterminer leur enchaînement chronologique relatif. Ces cas démontrent une utilisation intensive des objets. Ceci peut être mis en parallèle avec le faible nombre des pièces ne montrant pas de traces évidentes d'utilisation ou de transformation, les différents exemples de réemplois. Les pièces

présentant des traces d'usage sur leur flanc peuvent être rapprochées des *muller* en calcaire de par la morphologie des zones actives. Les stigmates d'usage nous poussent à privilégier l'hypothèse du travail de végétaux ligneux. Ils montrent une certaine variabilité qui reste difficile à comprendre. Enfin, nous n'avons pas identifié d'outil présentant des fonctionnements intermédiaires entre molette et pilon. L'étude des possibles pilons – broyeurs étudiés dans cette série nous a amené à proposer l'hypothèse d'une poursuite de l'utilisation de type pilon après fragmentation des pièces : fonctionnement en pilon à différents stades de réduction de la pièce. En définitive, les objets utilisés en percussion posée illustrent le travail de différents matériaux pour des activités "artisanales". Ces catégories d'outils ne peuvent être considérées comme représentatives de l'exploitation des plantes dans un but alimentaire. Les indices de ravivage ou d'entretien des pièces sont très peu nombreux. La gestion de l'outillage utilisé en percussion posée apparaît plus caractérisée par le recyclage et réemploi de pièces.

- réemploi et recyclage : le réemploi de fragments de mortiers pour la construction des structures est attesté dans la grotte. Les cas de réemploi identifiés dans notre étude concernent deux pilons, un mortier. Un cas peut être considéré comme du recyclage. Ces exemples témoignent du passage d'outils utilisés en percussion lancée à des utilisations en percussion posée. Par ailleurs, les stigmates présents sur certaines pièces attestent de fonctionnements complexes et parfois de modes d'utilisation successifs. La position de ces différents stigmates sur les pièces ne permet pas toujours de déterminer leur enchaînement chronologique relatif et de différencier outil plurifonctionnel ou réemploi.
- abandon : la majeure partie des outils de broyage est fragmentée. Il est généralement difficile de déterminer l'origine de la fragmentation sur la plupart des pièces. Le réemploi de certains fragments pour la construction des structures ou pour d'autres modes d'utilisation atteste que le bris a pu se dérouler au cours du cycle de vie de l'objet.



## Chap III : La Terrasse d'Hayonim

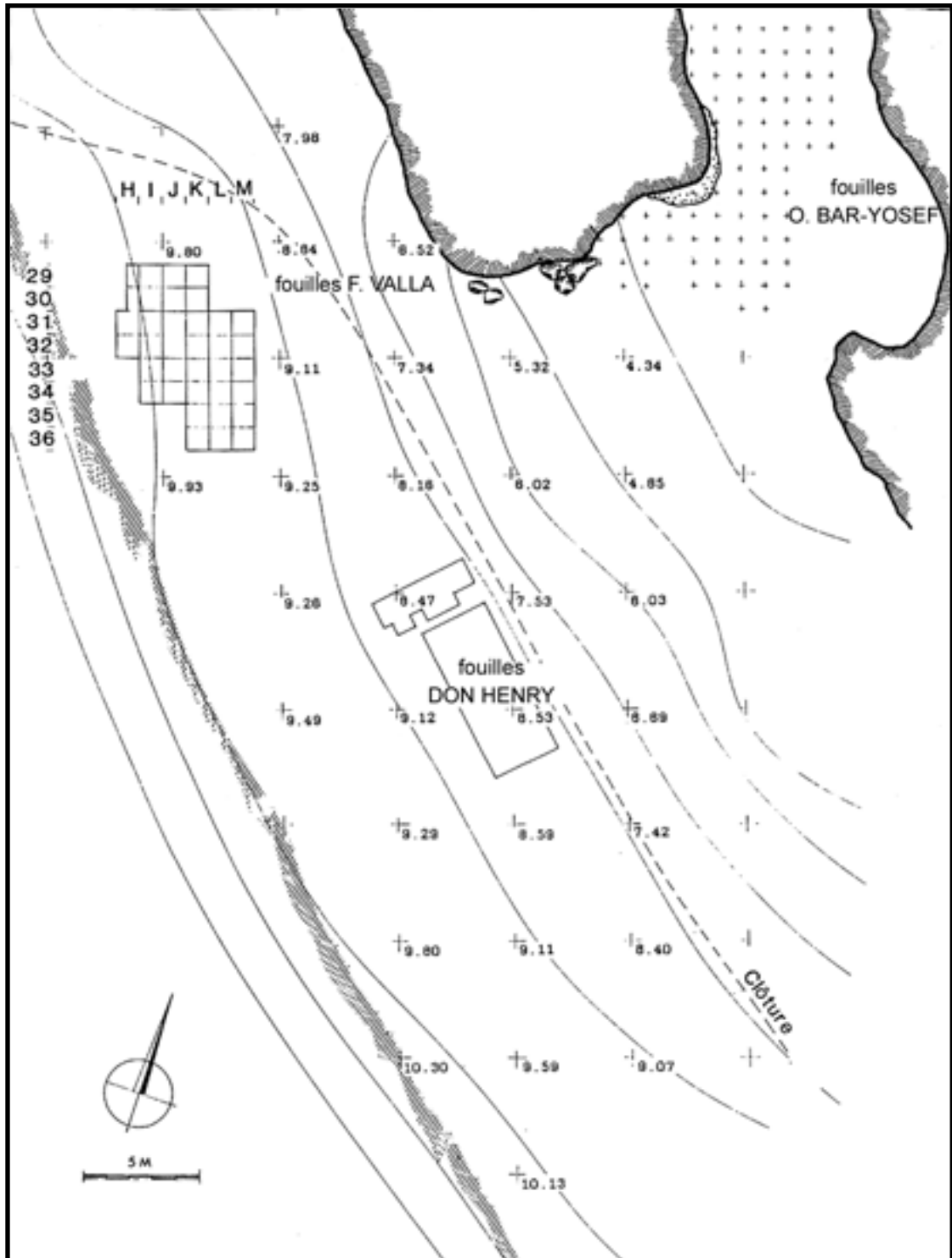
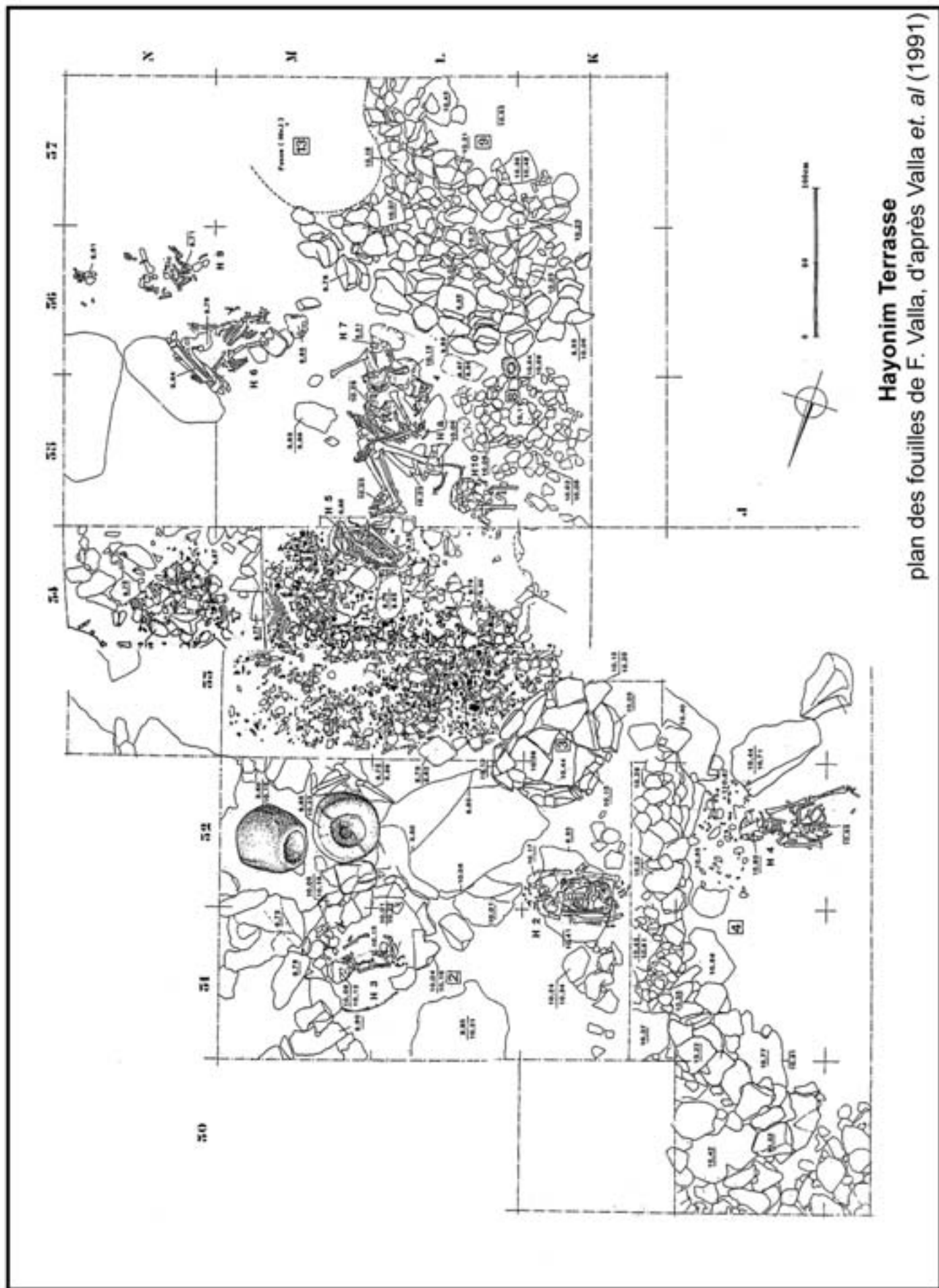


Planche 66 : emplacement des principales fouilles dans la grotte et la terrasse d'Hayonim (relevé E. Nodet, dessin D. Ladiray), d'après Valla *et. al* (1989).



**Hayonim Terrasse**

plan des fouilles de F. Valla, d'après Valla et al (1991)

## **Chapitre 3. La terrasse d'Hayonim**

### **1. Présentation du site**

#### **1.1. Les différentes opérations archéologiques effectuées sur le site**

Les premiers sondages effectués sur la terrasse adjacente à la grotte d'Hayonim ont été réalisés en 1964 et 1965 par O. Bar-Yosef, B. Arensburg et E. Tchernov. Deux campagnes de fouille seront ensuite menées par D.O. Henry en 1966 et 1969 (Planche 66). La stratigraphie publiée par l'auteur comprend trois niveaux natoufiens (B, C et D), le niveau D est daté de  $9.970 \pm 90$  B.C. Le matériel de broyage y est peu abondant. Les couches natoufiennes recouvrent un ensemble (niveau E) attribué au Kébarien à géométriques (Henry et Leroi-Gourhan, 1976 ; Henry *et al.*, 1981).

Un nouveau sondage est entrepris en 1980 et 1981 par F.R. Valla dans le cadre d'un programme de révision d'ensemble des stratigraphies natoufiennes. Il met au jour différentes structures et la fouille est alors réorientée vers la compréhension de l'organisation spatiale du site. Une plus large zone, couvrant environ  $40 \text{ m}^2$  est ouverte (Valla, 1986 ; Valla *et al.*, 1989) (Planches 66 et 67).

#### **1.2. Les données des fouilles F. Valla**

Notre étude porte sur le matériel issu des fouilles réalisées par F. Valla de 1980 à 1989. Deux "maisons" (4 et 9) ont été découvertes. La "maison" 4 a été creusée au niveau d'une rupture entre le replat marquant la première terrasse et le talus qui la sépare de la seconde. La maison 9 quant à elle n'a pas été entièrement fouillée. Valla évalue la partie exposée au quart de l'ensemble (Valla *et al.*, 1991). Pour sa construction, une fosse haute d'une soixantaine de centimètres a été creusée dans le replat de la terrasse. La paroi est réalisée en moellons de calcaire et présente une forme d'entonnoir. La maison, si elle se révélait être effectivement ronde, mesurerait quatre mètres de diamètre extérieur et seulement deux à sa base. Une fosse a par ailleurs été interprétée comme un possible silo. Un mortier était calé par des petites pierres dans le fond de cette structure. Un autre mortier renversé se trouvait à proximité (Valla, 1986). Différents foyers, "poubelles" et sépultures ont aussi été découverts (Valla *et al.* 1989, 1991 ; Valla, 1995b). L'une des sépultures comporte des restes de canidés.

La stratigraphie relative des dépôts apparaît complexe. L'étude de l'outillage lithique suggère une occupation durant le Natoufien récent. Cependant, les dates radiocarbone obtenues sur douze échantillons indiquent un Natoufien ancien ou un vieux Natoufien récent. Valla privilégie une attribution au Natoufien récent (Valla, 1995b).

Une analyse tracéologique effectuée par Plisson portant sur l'industrie des derniers niveaux d'occupations natoufiens de la terrasse indique que les usures relatives à la coupe des plantes non ligneuses tendres (telles que les graminées) sont très rares. Plisson constate que les modes de gestion et d'utilisation de l'outillage diffèrent peu de ceux des populations de l'Épipaléolithique et du Mésolithique d'Europe occidentale, suggérant un mode de vie encore très mobile et l'importance de la chasse dans l'économie de subsistance (Valla *et al.*, 1991).

## **2. Présentation générale du mobilier de pierre**

Ont été classés dans la catégorie "pierre" l'ensemble des outils et fragments en roches autres que le silex à l'exception de la parure en pierre et des objets décorés. Ces roches ont fait l'objet d'une collecte systématique à l'exception du calcaire présent en abondance dans le substrat dans lequel le site a été établi. Il a été récolté dans la mesure où il constituait un élément important dans la structuration du site, présentait des traces évidentes de mise en forme ou d'utilisation enfin, lorsque le type de calcaire apparaissait différent de celui présent dans l'environnement.

Les fouilles effectuées par F. Valla à Hayonim Terrasse ont livré, pour le niveau natoufien, 164 artefacts en roches autres que le silex. Plusieurs objets envoyés dans différents laboratoires pour analyse n'ont pu être étudiés dans notre travail. Il s'agit d'une part des pierres à rainure et d'autre part de quatre fragments dont la matière première est indéterminée (en cours d'étude par des géologues). Ces objets sont néanmoins pris en compte dans notre base de données.

### **2.1. Description de l'assemblage**

#### **2.1.1. Les différentes catégories d'objet**

Nous présentons dans le tableau 44 et la figure 7 une répartition de l'assemblage selon les catégories générales d'outils distinguées par Wright (1992a et b).

Les objets ne portant pas de traces d'utilisation ou de mise en forme dominent l'assemblage. Ce sont pour l'essentiel des fragments : seuls quatre sont entiers, il s'agit de petits galets. Une grande majorité de ces fragments ont une masse comprise entre 0 et 10 grammes témoignant d'une importante fragmentation, (masse maximale de 260g, 9 fragments entre 50 et 260 g).

Certains artefacts semblent avoir été transportés sur le site pour leur originalité ou encore en fonction de critères esthétiques : c'est le cas par exemple de trois fossiles et d'un petit bloc de calcite. Mais la majorité des pièces ne portant pas de traces sont des fragments de basalte ou de calcaire.

Nous détaillerons dans les sections suivantes chacune des autres catégories distinguées dans cette classification (à l'exception des pierres à rainure).

Type	Décompte
Vases, mortiers et pierres à cupules	7
Molettes	5
Pilons	5
Bouchardes	1
Galets et blocs utilisés	12
Pierres à sillon	7
Débitage	11
Fragments d'outils indéterminés	8
Sans trace d'utilisation ou de mise en forme	109
<i>Total</i>	<i>164</i>

tableau 44 : classification du mobilier de pierre d'Hayonim Terrasse (niveau natoufien, fouilles F. Valla) d'après la classification de Wright (1992 a et b).

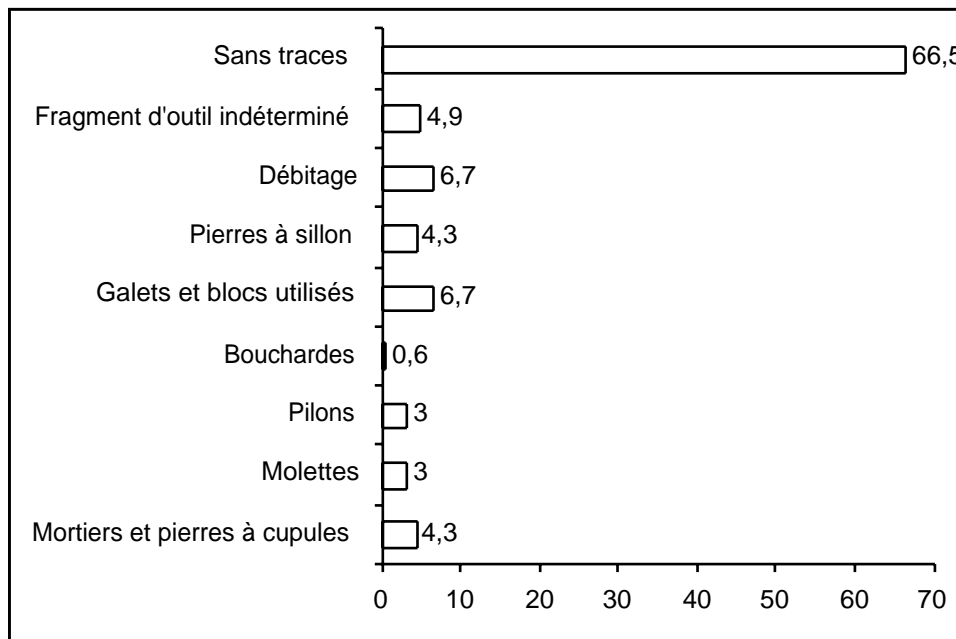


figure 7 : histogramme de répartition du mobilier de pierre de la terrasse d'Hayonim (niveau natoufien, fouilles F.R. Valla) selon la typologie de Wright (1992a et b) (données en pourcentages).

#### 2.1.1.1. Les fragments d'outils indéterminés (8 objets)

Cette catégorie comprend des fragments de basalte ainsi qu'un objet en pierre ponce présentant des traces de mise en forme par piquetage/abrasion. Ils proviennent de la fracturation d'outil entier, probablement de matériel de broyage. Une de ces pièces pourrait correspondre à un fragment de pilon ou de mortier, une autre à une base de mortier.

Enfin, un fragment de calcaire présente une forme particulière rappelant celle des lissoirs en os.

### 2.1.1.2. Catégorie débitage (11 objets)

Les objets classés dans la catégorie "débitage" sont majoritairement des éclats (nb=8). Un seul est en basalte, tous les autres sont en calcaire. Deux d'entre eux présentent des faces supérieures non néo-corticales et seul l'un d'eux porte des négatifs d'enlèvements antérieurs.

Par ailleurs, deux grandes dalles de calcaire fragmentées présentent, sur certains plans de fracture, des négatifs d'enlèvements associés à un esquillement de l'arête formée par le recoupement du plan de fracture et de la surface naturelle. Ces stigmates pourraient être liés au travail de construction des structures par fracturation accidentelle ou mise en forme / calibrage des dalles de construction (comme le suggèrent A. Belfer-Cohen et O. Bar-Yosef pour le même type d'objet découvert à la grotte d'Hayonim, *pers. com.*).

Nous avons aussi décompté dans cette catégorie deux artefacts présentant des traces de façonnage par enlèvements d'éclats. Il s'agit d'un galet de calcaire dont une extrémité a été aménagée en pointe, il porte par ailleurs des traces d'utilisation en percussion lancée. Le second objet est un outil de type *heavy duty tool* – racloir en calcaire : il a été réalisé sur un fragment de dalle peu épaisse de forme générale triangulaire, le front du "racloir" a été aménagé par enlèvements alternants.

### 2.1.1.3. Les galets utilisés bruts (12 objets)

Les galets utilisés bruts comprennent des percuteurs et des pièces présentant des traces d'utilisation en percussion posée de type lustre ou plage d'abrasion.

Sept galets présentent sur leur(s) extrémité(s) des traces d'impacts parfois associées à des enlèvements ou de petites esquilles. Deux pièces ont une forme sphérique et pour l'une d'elles, les traces d'usage sont développées sur tout le pourtour du galet. Le second percuteur aux formes arrondies est d'une masse assez importante (1977 gr.). Les traces indiquent une utilisation intensive entraînant un aplanissement de la partie active. Deux autres percuteurs documentent l'exploitation de zones tranchantes ou anguleuses. Un objet présente par ailleurs une cupule sur l'une des ses faces.

Une des pièces classées dans cette catégorie témoigne d'un mode d'utilisation complexe. Il s'agit d'un galet de calcaire dont la forme est proche celle d'une molette ovale en section et en plan. Les traces observées sur l'un des flancs rappellent celles des *muller* de la grotte d'Hayonim et évoquent un travail en percussion lancée et posée. Un grand enlèvement initié à partir de l'une des extrémités emporte une partie d'une face plane. Sur l'extrémité opposée, les traces d'impacts sont nombreuses et associées à de petits enlèvements. Une des faces présente une cupule en son milieu. La face opposée est concrétionnée, elle aussi porte probablement de tels stigmates. Ces cupules peuvent correspondre soit à l'aménagement d'un moyen de préhension soit à une utilisation en percuteur actif ou passif.

Deux pièces présentent des zones de poli ou lustre plus ou moins réfléchives. Ces états de surfaces sont localisés et ne recouvrent pas entièrement les objets.

Enfin, nous avons inclus dans cette catégorie trois objets dénommés par F. Valla "palet" ou "marel" : ce sont des pièces cylindriques, peu épaisses et de petites dimensions (diamètre entre 3 et 4,3 cm et épaisseur de 2 cm). Les formes sont très proches pour les trois objets

cependant, deux d'entre eux ne montrent pas de traces évidentes d'utilisation et/ou mise en forme. Leur surface est cependant patinée. Le troisième objet présente des stigmates de percussion lancée et posée sur le pourtour entraînant la formation d'un flanc régulier presque rectiligne en section. Ces stigmates peuvent résulter soit d'un façonnage de la pièce soit d'une utilisation en percuteur actif / abraseur. Nous privilégions la seconde hypothèse. En effet, cet outil nous semble particulièrement approprié pour le débitage lamellaire. Ceci rejoint les propositions faites par N. Goring-Morris pour certaines pièces similaires provenant des assemblages du Négev (*com. pers.*).

#### 2.1.1.4. Les bouchardes (1 objet)

L'assemblage comprend un objet en calcaire de forme sphérique entièrement piqueté (boule ou sphère de calcaire : 7.9 / 6.8 / 7.2 masse de 524,5 grammes). Cet objet rappelle les bouchardes.

#### 2.1.1.5. Les vases, mortiers et pierres à cupules (7 objets)

Dans la catégorie des vases – mortiers, trois objets peuvent être considérés comme de la vaisselle en raison de l'épaisseur des parois ainsi que des états de surface témoignant d'un investissement important dans la finition des pièces. Les formes sont plutôt fermées, proches de celle de vase. L'assemblage comporte par ailleurs un fragment de mortier et deux mortiers entiers dont un de type *stone pipe* (mortier profond).

Une des pierres à cupules n'a pas été vue lors de cette étude. La seconde est une dalle de grès fragmentée présentant une cupule d'environ 5 cm de diamètre et de 1,3 cm de profondeur sur l'une de ses faces. La face opposée est fortement concrétionnée. La matière est très granuleuse et il est difficile de repérer des traces d'impact ou de raclage dans la cupule.

#### 2.1.1.6. Les molettes (5 objets)

Cinq objets ont été classés dans cette catégorie (Planche 68). L'un d'eux, décrit lors de la fouille, n'a pu être prélevé et conservé car il se décomposait. Nous présenterons brièvement les quatre autres pièces, leur analyse détaillée sera effectuée dans la partie suivante. Ces pièces sont toutes fragmentées. Trois d'entre elles ont des morphologies similaires, ovale en plan et en section. La quatrième présente une forme spécifique : il s'agit d'un fragment de dalle de basalte dont une des faces est une surface d'usure plane à légèrement convexe. La face opposée ne porte pas de stigmates d'utilisation ou de mise en forme. Les flancs de la pièce montrent par contre de petits esquillements des bords indiquant un aménagement au moins partiel. Cet objet a été classé dans la catégorie des molettes en raison de la légère convexité de sa face d'usure.

On note par ailleurs un possible cas de recyclage d'un fragment de pilon en molette.

### 2.1.1.7. Les pilons (5 objets)

Deux objets sont des fragments de corps de pilon et deux autres d'extrémité. Le dernier pilon est fragmenté selon des enlèvements se développant à partir des extrémités. Ils montrent tous sur leur corps des traces d'un travail par piquetage et d'abrasion correspondant à une phase finale du travail de mise en forme.

Un des fragments avec extrémité a une section ovale relativement aplatie (HT 147778 – 130, Planche 70). Bien que nous ne puissions l'attester en raison de l'état de fragmentation, cet objet a pu fonctionner en percussion posée sur ses faces. Par ailleurs, un fragment de corps présente une section subtriangulaire très épaisse (HT 1071 – 19, Planche 70). Une de ces faces a aussi pu être utilisée en percussion posée après fracturation. La pièce avec enlèvements est, tout comme la précédente, assez épaisse. L'objet est peu allongé pour un pilon (dimensions : 10,7 – 6,9 – 7,2) et les surfaces actives sont de grandes dimensions, il pourrait être rapproché des pilons-broyeurs (HT 2875-1, Planche 70).

## 2.1.2. Les différents types de roches récoltées

### 2.1.2.1. Descripteurs lithologiques

Ces roches comprennent les catégories générales suivantes : calcaire, grès, quartz, basalte et pierre ponce.

En ce qui concerne leur provenance, nous renvoyons aux données présentées pour le site de la grotte d'Hayonim.

### 2.1.2.2. Répartition des différentes roches dans l'assemblage

Le tableau 45 et la figure 8 donnent la représentation des différentes catégories de roches au sein de l'assemblage en fonction du nombre d'objets et de leur masse (donnée en grammes). Pour la répartition en fonction des masses plusieurs objets lourds en calcaire n'ont pu être pesés.

L'éventail des matières récoltées témoigne d'un approvisionnement large mais qui reste concentré sur deux types principaux. La majorité de l'assemblage se partage en effet entre calcaire et roches éruptives de type basalte et pierre ponce. Si le basalte et le calcaire sont représentés par à peu près le même nombre d'objets, le calcaire domine nettement lorsque l'on prend en compte la répartition en fonction des poids. Ceci d'autant plus que trois pièces correspondant à de l'outillage lourd ne sont pas prises en compte dans cette répartition.



Type de roche	Décompte
Basalte	57 (1 probable)
Ponce	21 (2 probables)
Calcaire	60 (5 probables)
Grès	10 (2 probables)
Quartz	3
Calcite	1
Indéterminée	12
<i>Total</i>	<i>164</i>

tableau 45 : répartition de l'assemblage des différents types de roche autres que le silex pour le niveau natoufien d'Hayonim Terrasse (fouilles F. Valla).

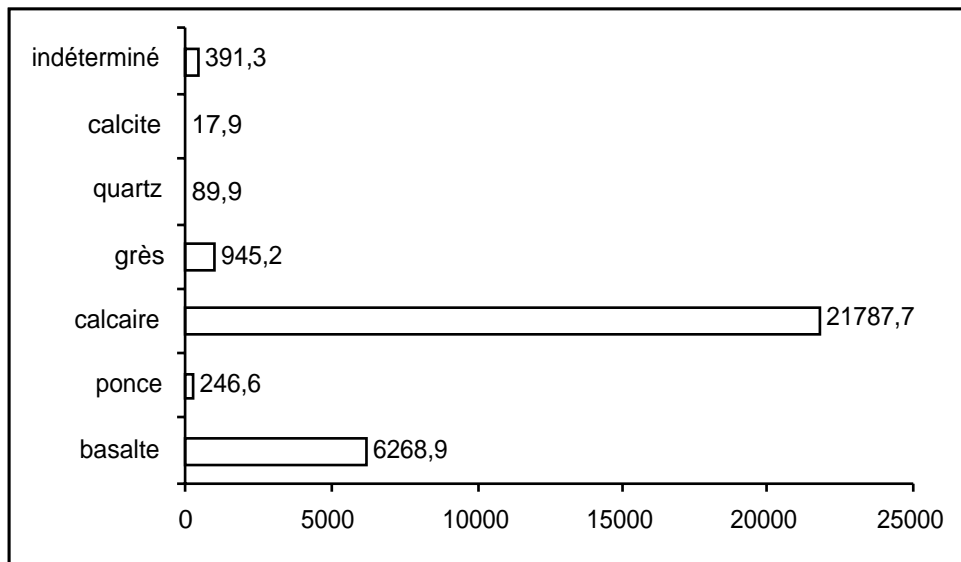


figure 8 : répartition des différents types de roche dans l'assemblage natoufien du mobilier de pierre de la terrasse d'Hayonim (fouilles F. Valla). Données en grammes.

### 2.1.2.3. Répartition des catégories générales d'outils en fonction des matières premières

Type	Cal.	Bas.	P.	Grès	Quartz	Calcite	Indet.	Total
Vases, mortiers et pierres à cupules	4	2		1				7
Molettes		5						5
Pilons		5						5
Bouchardes	1							1
Galets et blocs utilisés	8	2			1		1	12
Pierres à sillon		1	2	1	1		2	7
Débitage	10	1						11
Fragments d'outils indéterminés		6	1					7
Sans trace d'utilisation ou de mise en forme	37	35	18	8	1	1	9	109
<i>Total</i>	<i>60</i>	<i>57</i>	<i>21</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>164</i>

tableau 46 : table de contingence entre les catégories d'outils (à gauche) et les types de matière première (en haut) pour l'assemblage natoufien de la terrasse d'Hayonim (fouilles F. Valla). Abréviations : Cal. = calcaire ; Bas. = basalte ; P. = ponce ; Indet. = indéterminé.

Le tableau 46 présente la répartition des différents types de roche pour chaque catégorie d'outil.

Les pierres ponces et le grès apparaissent sureprésentés dans la classe du matériel ne présentant pas de traces évidentes d'utilisation ou de transformation. Pour la pierre ponce, ceci est probablement inhérent aux difficultés de lecture des stigmates rencontrés sur ce type de roche. Le grès, quant à lui, est majoritairement représenté dans l'assemblage par des petits fragments.

Pierres à sillon et galets ou blocs utilisés bruts sont les catégories pour lesquelles les matières utilisées sont les plus diverses.

Le matériel de broyage a presque exclusivement été réalisé en calcaire et en basalte (figure 9), à l'exception d'une pierre à cupules en grès. Par ailleurs, molettes et pilons sont uniquement en basalte.

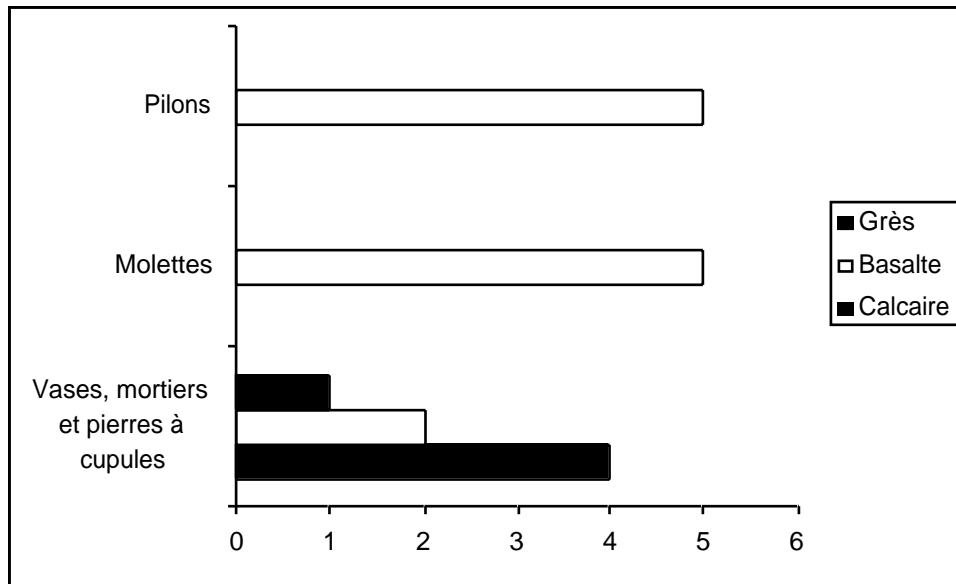


figure 9 : Répartition des outils de broyage en fonction des types de roche

## 2.2. L'utilisation du basalte

Dans cette partie nous nous attacherons à définir plus en détail le matériel en basalte et les différents types de basalte utilisés sur le site d'Hayonim Terrasse.

### 2.2.1. Descripteurs et répartition au sein de l'assemblage

Quatre types principaux de basalte ont été distingués :

Type A : basalte à grains fins (que l'on distingue peu à l'œil nu) de couleur gris clair à gris foncé. Les plans de fracture montrent une organisation sous forme de petites sphères ou de litage.

Type B : les grains sont plus grossiers, on note une forte proportion de cristaux blancs et la présence beaucoup plus rare de cristaux noirs opaques de taille importante.

Type C : matière à grains très fins que l'on ne distingue pas à l'œil nu de couleur gris foncé à gris clair comprenant des inclusions de cristaux blancs de forme allongée (aspect de paillette). Les plans de fracture révèlent une structure irrégulière sous forme de petites sphères ou de cubes. La matière est très compacte et peut contenir des vacuoles.

Type C1 : même type que le précédent mais présentant des cristaux noirs opaques de taille importante.

Type D : comprend l'ensemble des basaltes vacuolaires.

Les types A, C et C1 correspondent aux matières à grains fins. Le type B rassemble les roches présentant les grains les plus grossiers enfin le type D comprend l'ensemble des basaltes vacuolaires. La classe particulière regroupe des types de basalte représentés par un seul objet.

Type	Décompte	Masse
A	8 (2 probables)	474,7
B	19 (3 probables)	2931,1
C	11	1940
C1	4	39,7
D	4	5,4
Particulières	3	500,7
Indéterminés	8	377,3
Total	57	6268,9

tableau 47 : répartition des différents types de basalte de l'assemblage de la terrasse d'Hayonim (fouilles F. Valla).

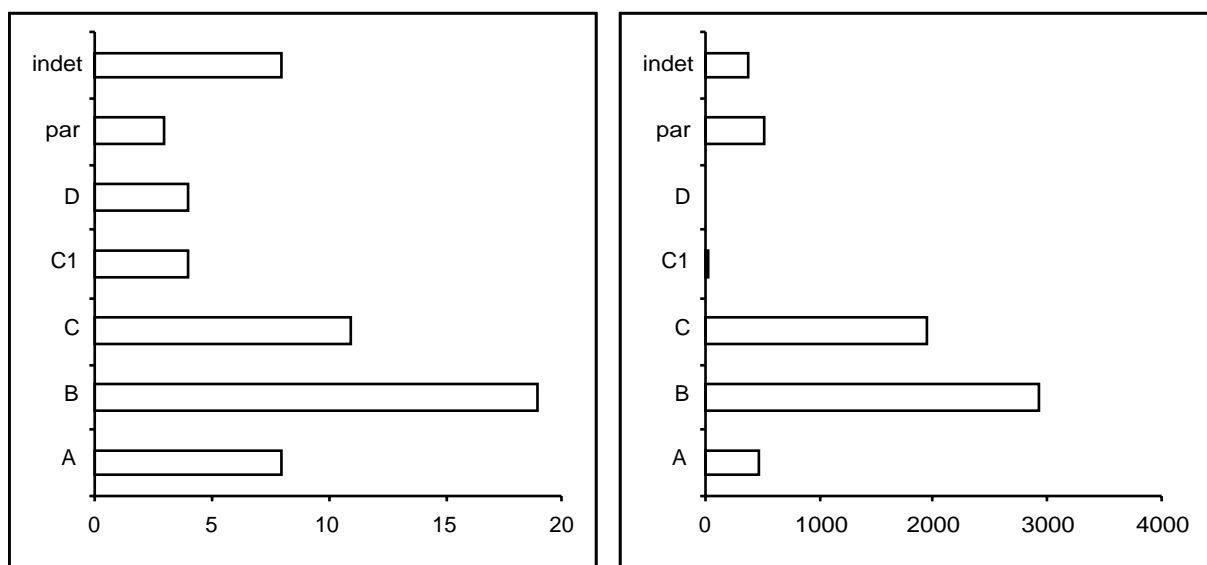


figure 10 : histogrammes de répartition des différents types de basalte de l'assemblage de la terrasse d'Hayonim, niveau natoufien (fouilles F. Valla), à gauche selon le nombre d'objets et à droite selon la masse (en grammes).

Les basaltes non vacuolaires dominent. La matière la plus représentée est un basalte qui comporte les grains les plus grossiers. Cependant, si l'on regroupe les matières à grains fins, celles-ci dominent l'assemblage.

Les états de surface des pièces indiquent un approvisionnement sous la forme de galets et de blocs érodés non transportés par l'eau. La forme galet domine ce qui pourrait indiquer une exploitation préférentielle de wadi.

## 2.2.2. L'outillage en basalte

Comme le tableau 46 et la figure 9 l'indiquent, le basalte a été préférentiellement utilisé sur le site pour la production de matériel de broyage. Si l'on précise la classification en catégories d'objets, l'assemblage des basaltes comprend :

- dans la catégorie "matériel de broyage" : cinq pilons et deux fragments de vase - mortier pour les formes "creuses"; cinq molettes pour les formes "plates" ;
- sur les sept pierres à rainure une a été réalisée en basalte ;
- dans la catégorie des objets utilisés bruts, un témoigne d'une utilisation en percussion posée et un autre en percussion lancée ;
- la catégorie débitage comprend un éclat ;
- enfin six objets présentent des traces de mise en forme de type piquetage/abrasion et constituent probablement des fragments d'outil de broyage ;

Pour chacune des catégories d'artefact l'effectif est faible, il est ainsi difficile d'interpréter la répartition des différents types de basalte au sein de ces catégories. Aucune ne semble cependant avoir fait l'objet d'une exploitation spécifique.

### ***2.3. Synthèse de l'étude du mobilier de pierre de la terrasse d'Hayonim***

Sur les 164 objets de l'assemblage natoufien de la terrasse d'Hayonim, plus de la moitié ne porte pas de traces évidentes d'utilisation ou de mise en forme. Il s'agit pour l'essentiel de petits fragments ce qui peut expliquer des problèmes d'identification des traces. Il est difficile de déterminer les causes de la fragmentation des pièces. Par ailleurs, pour le matériel en calcaire, attester d'un apport anthropique de l'ensemble de ces fragments apparaît problématique.

Les outils de broyage dominent le reste de l'assemblage. Ils ont été réalisés en basalte ou en calcaire, le basalte est exclusivement employé pour les outils actifs de type molette et pilon. Nous n'observons pas la sélection d'un type particulier. Le calcaire domine par contre dans la catégorie des galets utilisés bruts et pour la production des outils lourds.

Le matériel peu ou non mis en forme présente une grande diversité quant aux types d'utilisation. Percussion posée sur des matières abrasives ou souples pour les galets abrasés - lustrés, percussion lancée probablement directe sur matière dure ou en combinaison avec une enclume pour les percuteurs. Dans cette catégorie, les morphologies des surfaces actives (arrondies ou appointée), la répartition des traces d'impact indique probablement des usages variés.

Le matériel utilisé en percussion posée diffuse dominante représente une faible proportion de l'assemblage.

## **3. Le matériel de basalte utilisé en percussion posée diffuse**

Ce matériel représente donc une partie très réduite de l'assemblage, à savoir 6 objets :

- quatre molettes,
- un pilon broyeur ;
- un pilon présentant de possibles traces d'utilisation des faces en percussion posée (le second mentionné plus haut est trop concrétionné pour pouvoir être pris en compte).

L'ensemble est exclusivement composé d'outils actifs, aucune meule n'a été identifiée.

### **3.1. Les molettes**

#### **3.1.1. Etude morphologique**

Les quatre pièces sont fragmentées mais présentent toutes une partie des deux faces ainsi que du flanc (Planche 68).

##### **3.1.1.1. Morphologie en plan et en section**

Trois pièces présentent des formes proches de celles de galets naturels, ovale en plan et en section. Pour la quatrième molette (1661 - 55), les deux faces sont planes et parallèles, elle a été réalisée sur une dalle en basalte.

##### **3.1.1.2. Les flancs**

Parmi les molettes ovales en section, les flancs sont épais, travaillés par piquetage sur deux pièces et peu marqués sur une autre. Pour la molette 1661 - 55, on note un esquillement de l'arête formée par le recoupement de la face d'usure et du flanc de la pièce. Ces traces pourraient résulter de l'aménagement de la surface active plus que de celui des flancs qui apparaissent partiellement naturels.

##### **3.1.1.3. Nombre et disposition des surfaces actives**

Les molettes ovales en section présentent toutes des traces d'utilisation sur leurs deux faces. Pour la pièce 573 - 4, sur une des faces, l'usure est limitée au centre. L'autre présente une concavité en son centre, l'usure y est plus envahissante sur un des bords de la pièce. Son intensité décroît plus on s'approche du bord opposé. Cette répartition témoigne d'une utilisation selon un geste pivotant probablement dans un mouvement de va-et-vient. On note une répartition identique des traces d'usage sur la molette 3099 - 62. Par ailleurs, les extrémités portent des traces d'impact. Sur la pièce 3209 - 64, l'usure est localisée sur la face et ne se développe pas sur le flanc. C'est aussi le cas de la pièce 1661 - 55 qui est unifaciale.

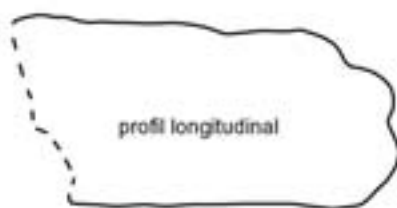
##### **3.1.1.4. Indices technologiques**

Les mises en forme sont généralement sommaires et certaines faces restent irrégulières. Par ailleurs, les morphologies des blocs d'origine, galets ou dalle, sont peu modifiées. Il est probable que le travail de mise en forme a été réduit à un piquetage des faces pour les régulariser et, pour deux objets, à l'aménagement de flancs qui restent irréguliers.

Planche 68



HT 1661-55

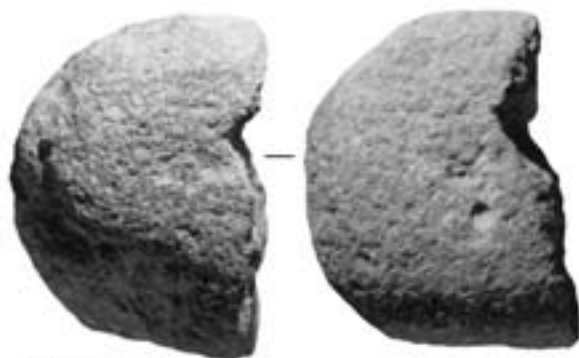


profil longitudinal

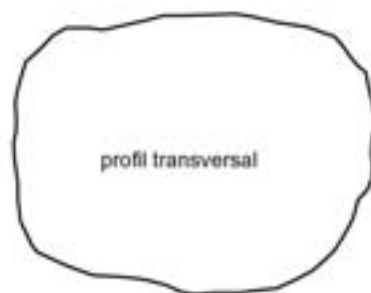
2 cm



HT 3099 - 62



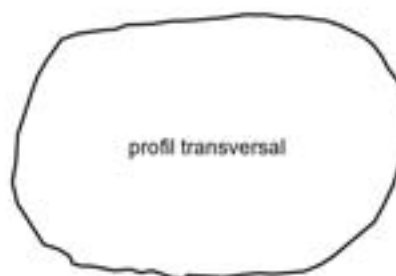
HT 573 - 4



profil transversal

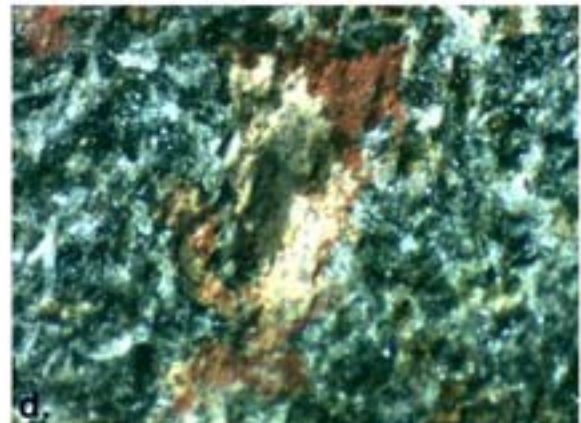
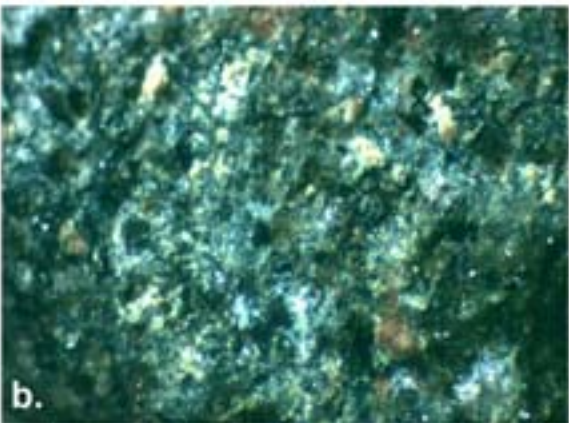
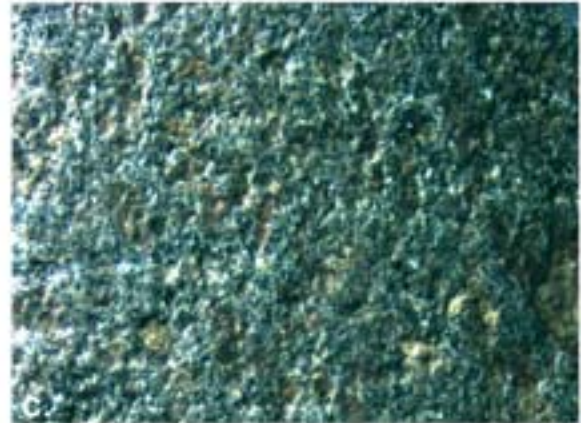
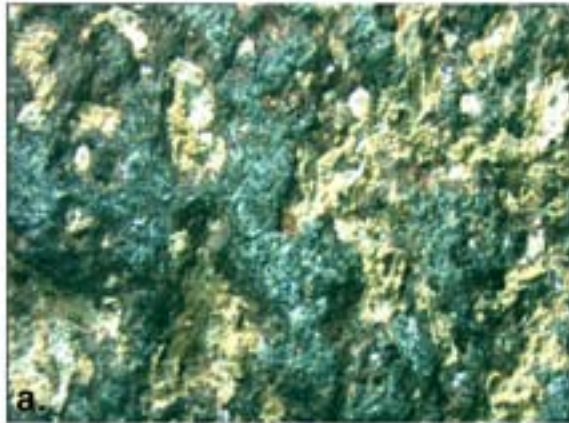


HT 3209 - 64



profil transversal

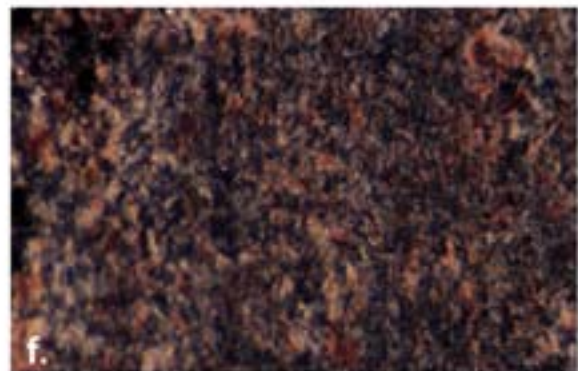
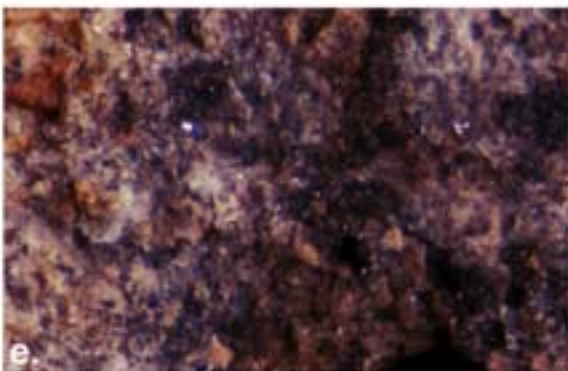
Le matériel archéologique



Exemple d'état de surface observé sur la pièce 573-4 (a. X7 et B. x35) : on constate la formation de plages d'usure sur les aspérités. Arrachements et microfractures de grains dominant, certains grains sont émoussés, d'autres présentent un fort arasement des sommets.

Exemple d'état de surface observé sur la pièce 3099-62 (c. x7 et d. x40) : à faible grossissement, la surface apparaît entièrement régularisée. A plus fort grossissement, les microfractures de grains dominant, on note de probables résidus d'ocre recouverts de concrussions.

Référentiel expérimental



Les caractéristiques de l'usure de la pièce 573-4 (à gauche) peuvent être rapprochées de celles reproduites lors du broyage de céréales, ici (e. x40) : broyage d'orge sur percuteur passif après deux heures d'utilisation.

Les caractéristiques de l'usure de la pièce 3099-62 correspondent à celles reproduites lors du broyage d'ocre (ici, f. X40, sur percuteur passif après trois heures d'utilisation). Nous proposons donc l'hypothèse d'un broyage de minéraux, probablement d'ocre.



### 3.1.1.5. Bilan de l'étude morphologique des molettes

L'ensemble des outils témoigne de mises en formes sommaires ou partielles. Les morphologies des blocs d'origine sont peu modifiées. Il est possible d'opposer deux catégories de molette : les pièces à deux surfaces actives convexes et celle présentant une unique surface active plane à légèrement convexe. Parmi les molettes convexes, des variations sont notées au niveau de la distribution de l'usure sur la pièce indiquant des gestes plus ou moins pivotant sur son axe. Mais les surfaces d'usure montrent toutes des degrés de convexité similaires. Au contraire, si l'on admet l'hypothèse d'un fonctionnement en couple, la molette unifaciale témoigne d'une utilisation selon un mouvement parallèle à la surface de contact.

### 3.1.1.6. Matières premières

Les basaltes utilisés sont non vacuolaires, les matières à grains fins sont représentées par trois molettes, une seule a été réalisée dans un basalte à grains grossiers (type B).

## 3.1.2. Etude tracéologique

### 3.1.2.1. Description et variabilité des traces d'usure

Trois états de surface différents sont observés (Planche 69) :

- type 1 : les pièces 3099 - 62 et 573 - 4 montrent des usures similaires. L'organisation du microrelief présente une opposition entre anfractuosités arasées sur lesquelles se développent des plages d'usure bombées à plans peu étendus. Les altérations de type arrachements et micro-fractures dominent, certains grains sont émoussés d'autres fortement arasés. On observe le développement d'un lustre translucide marqué. Ces altérations présentent une répartition de forte amplitude sur la surface active. Sur la pièce 573 - 4, de probables résidus d'ocre sont observés sur une des surfaces d'usure.

- type 2 : la surface d'usure de la molette 3209 - 64 est totalement régularisée, elle présente des stries profondes parallèles, deux groupes indiquent des directions différentes. Les altérations de type microfractures et arrachements dominent. On observe la présence de résidus d'ocre dans les anfractuosités.

- type 3 : la pièce 1661 - 55 présente généralement un aspect de surface émoussée. La surface est régularisée et gondolée. Les grains légèrement en relief et émoussés dominent, on note par ailleurs de forts arasements des sommets ainsi que de rares traces de microfractures et d'arrachements. La surface présente par ailleurs un léger lustre translucide généralisé.

### 3.1.2.2. Interprétation

#### *Fonctionnement*

Pour les usures de type 1, l'organisation générale du microrelief indique une utilisation probable avec un répercutant associé. Ceci pourrait être aussi le cas pour la molette présentant une usure de type 2. L'état de surface de la quatrième molette nous conduit à privilégier l'hypothèse d'un fonctionnement sans répercutant associé.

Cette opposition entre fonctionnement "isolé" et en couple recouvre celle des morphologies de surfaces d'usure convexes et planes.

#### *Matières travaillées*

Les types d'altération décrits pour les usures de type 1 peuvent être rapprochés de ceux obtenus lors du travail de végétaux ne contenant pas de matières grasses. Les états de surface sont très différents de ceux caractérisant le travail de légumineuses. Ils sont plus proches du travail des céréales, cependant nous n'observons pas de formation de zones d'homogénéisation. La présence de résidus d'ocre sur l'une des pièces, apparaît ainsi problématique. Il pourrait s'agir d'une pollution ou d'un réemploi de l'outil. Cependant nous notons que les résidus d'ocre sont associés à l'une des surfaces d'usure et non répandus sur toute la pièce. Aucune usure indiquant un travail de l'ocre n'a été constatée.

Pour la molette 3209 - 64, présentant une usure de type 2, les résidus d'ocre apparaissent par contre cohérents avec les types d'altération de surface indiquant le broyage de ce matériau.

Il nous est difficile d'établir le type de matière travaillée dans le cas de la molette 1661 - 55, les états de surface observés n'ayant pas été reproduits expérimentalement. Cependant, le référentiel constitué nous incite à privilégier l'hypothèse du travail de végétaux.

### 3.1.2.3. Bilan de l'étude tracéologique des molettes

Trois types d'usure ont été observés (Planche 69) :

- sur les molettes 3099 – 62 et 573 – 4, les états de surface témoignent d'un fonctionnement en couple pour le broyage de végétaux ne contenant pas de graisse, plus probablement de céréales ;

- la pièce 3209 – 64 a aussi probable été utilisée en combinaison avec un élément passif. Nous privilégions dans ce cas un broyage d'ocre ;

- seule la pièce 1661 – 55 témoigne d'une utilisation sans répercutant associé peut être pour le travail de végétaux ligneux.

### 3.1.3. Synthèse de l'étude des molettes

<b>Etapes technologiques</b>	<b>Eléments de caractérisation des étapes</b>
<i>Choix des matières premières</i>	basaltes à grains fins dominants, exploitation de galets de rivière.
<i>Mises en formes</i>	piquetage des faces sur tous les objets et aménagement de flancs sur deux pièces, peu de modification de la forme générale du galet sauf pour une pièce.
<i>Variabilité morphologique</i>	forme ovale en plan et en section sauf pour une pièce aménagée sur une dalle, la surface active est plane à légèrement convexe.
<i>Hypothèse fonctionnelle</i>	- zones actives : utilisation des faces ; - fonctionnement : travail avec répercutant associé pour trois objets, et fonctionnement sans répercutant associé pour la "molette" à surface d'usure plane ; - geste : direction indéterminée ; - matière travaillée : végétale (céréales) pour deux objets, minérale (ocre) sur un objet, probable travail de végétaux pour la pièce utilisée sans répercutant associé.
<i>Ravivage</i>	—
<i>Indices d'utilisation multiple</i>	—

tableau 48 : synthèse de l'étude des molettes de la terrasse d'Hayonim

*Planche 70*

2 cm



HT 1478-130



HT 1071-19



HT 2875-1



HT 1484-3

Planche 70 : le matériel de la terrasse d'Hayonim (fouilles F. Valla)



## **3.2. Pilon/broyeur et réemploi de pilon**

### **3.2.1. Description des pièces**

Dans l'ensemble des pilons, une pièce présente une morphologie proche de celle des pilons - broyeurs (dimensions ramassées et surface active large, pièce 2865 - 1).

Par ailleurs, on note un possible cas de recyclage d'un fragment de corps de pilon (pièce 1071 – 19) de section subtriangulaire (ce qui est peu commun pour les pilons) en forme d'entonnoir. Une des faces présente des traces d'utilisation en percussion posée associées à une coloration rouille des certaines anfractuosités (possible présence d'ocre). La formation de cette surface d'usure est postérieure à la fragmentation de l'une des extrémités. Elle est plane et pourrait être rapprochée dans son mode de fonctionnement de la molette réalisée sur dalle.

### **3.2.2. Etude tracéologique**

#### **3.2.2.1. La pièce 2865 – 1 (possible pilon – broyeur)**

##### *Description des états de surface*

Sur les parties actives, le microrelief est irrégulier et ne présente pas une opposition aspérités arasées et anfractuosités. Les parties les plus en relief forment de petites boules émoussées. A plus forts grossissements, des altérations de type arrachements, microfractures et émoussés des grains sont reconnues.

##### *Interprétation*

Les traces ne nous semblent pas indiquer un travail important en percussion posée. Il est possible que l'utilisation de la pièce ne diffère pas de celle des autres pilons. Il est difficile de proposer une interprétation en terme de matière travaillée car nous manquons de référentiel pour ce mode de fonctionnement. Cependant, nous pouvons à priori exclure les matières minérales ou contenant de la graisse.

#### **3.2.2.2. La pièce 1071 – 19 (possible réemploi de pilon en percussion posée)**

L'usure est similaire à celle observée sur le type 1 des molettes.

### 3.3. Synthèse générale de l'étude des outils travaillant en percussion posée diffuse

Les objets de basalte fonctionnant en percussion posée sont peu nombreux dans l'assemblage de la terrasse d'Hayonim. Il faut par ailleurs considérer que nous raisonnons sur un échantillon représentant une faible proportion de la totalité du site dont l'étendue exacte n'a pas été déterminée.

Le tableau 49 donne un récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour les différents outils fonctionnant en percussion posée diffuse. Les modes d'utilisation en couple dominant et documentent des activités de broyage de céréales et d'ocre. Une seule pièce correspond à un fonctionnement sans répercutant associé pour le travail de végétaux ligneux. L'outil de type pilon-broyeur doit sembler être rattaché à la catégorie des pilons, les stigmates d'usage indiquant une utilisation dominante en percussion lancée.

Catégories typologiques	Investissement dans la mise en forme, réemploi	Variabilité morphologique	Fonctionnement	Matière travaillée	Entretien, ravivage	Indices d'utilisation multiple
Molettes (4 pièces)	Mises en forme sommaire, peu de modification du bloc d'origine	1. trois pièces de forme ovale en plan et en section, bifaciale ; 2. une pièce en forme de petite dalle, une surface d'usure.	1. en couple pour le broyage 2. "isolé"	1. céréales et ocre 2. probablement végétale	—	—
Réemploi de pilon (1 objet)	Utilisation probable des faces après fragmentation	—	en couple, en percussion posée	céréales	—	—
Pilon –Broyeur (1 objet)	généralisée		Trace d'un travail en percussion lancée dominante	indéterminée	—	—

tableau 49 : synthèse de l'analyse des outils utilisés en percussion posée diffuse du niveau natoufien récent de la terrasse d'Hayonim (fouilles F. Valla).

Les modes de gestion de l'outillage utilisé en percussion posée diffuse peuvent être caractérisés comme suit : l'utilisation du basalte est préférentiellement orientée vers la production d'outils de broyage. Il n'y a pas d'indice évident d'une production *in situ*. L'ensemble du matériel utilisé en percussion posée témoigne d'un investissement moindre dans les mises en forme par rapport aux autres types d'outils. Les morphologies des molettes montrent une faible variabilité qui nous paraît essentiellement liée au bloc d'origine utilisé pour fabriquer l'outil. Par ailleurs, aucune trace de ravivage ou d'entretien des pièces n'est notée. Un cas de réemploi est par contre attesté, il témoigne du passage de morphologie de type pilon à des utilisations en percussion posée.

Les différentes morphologies des surfaces actives des pièces utilisées en percussion posée nous ont amené à avancer l'hypothèse de fonctionnements divers au sein de cet assemblage:

- morphologie convexe indiquant un geste plus ou moins pivotant sur l'axe de la pièce selon la répartition des usures ;
- morphologie plane documentée par une "molette" réalisée sur dalle et le réemploi d'un pilon fragmenté documentant un geste parallèle à la surface passive.

En définitive, sur les molettes à surface d'usure convexe, les usures témoignent du travail de matières végétales probablement de céréales. Une des pièces présente les stigmates d'un broyage de l'ocre. Les deux modes d'utilisation recouvrent des variations dans les répartitions des usures indiquant un geste plus envahissant sur le flanc des pièces pour le travail de végétaux. La seule molette plane a été probablement utilisée sans répercutant associé. Des expérimentations sont nécessaires afin d'autoriser une compréhension plus poussée de l'objet. Si les variations des morphologies des surfaces actives semblent recouvrir des matières travaillées différentes, le réemploi d'un fragment de pilon apporte un contre-exemple. La surface active est relativement plane et les usures peuvent être rapprochées de celles des molettes convexes utilisées selon un geste pivotant. Il apparaît ainsi difficile d'associer un geste d'utilisation ou une morphologie au travail d'une matière particulière.

Notre analyse permet donc de proposer l'hypothèse d'un broyage de matières végétales probablement de céréales. Les pièces passives qui permettraient de vérifier cette hypothèse sont cependant absentes de l'assemblage. Cette absence pourrait être liée à un biais induit par la répartition spatiale des vestiges. Etant donnée l'étendue du site fouillée, le faible effectif de l'outillage de broyage recueilli, il est difficile de raisonner sur la représentation relative des catégories d'outils et sur l'absence de meule.





## Chap IV : Mallaha, les fouilles anciennes

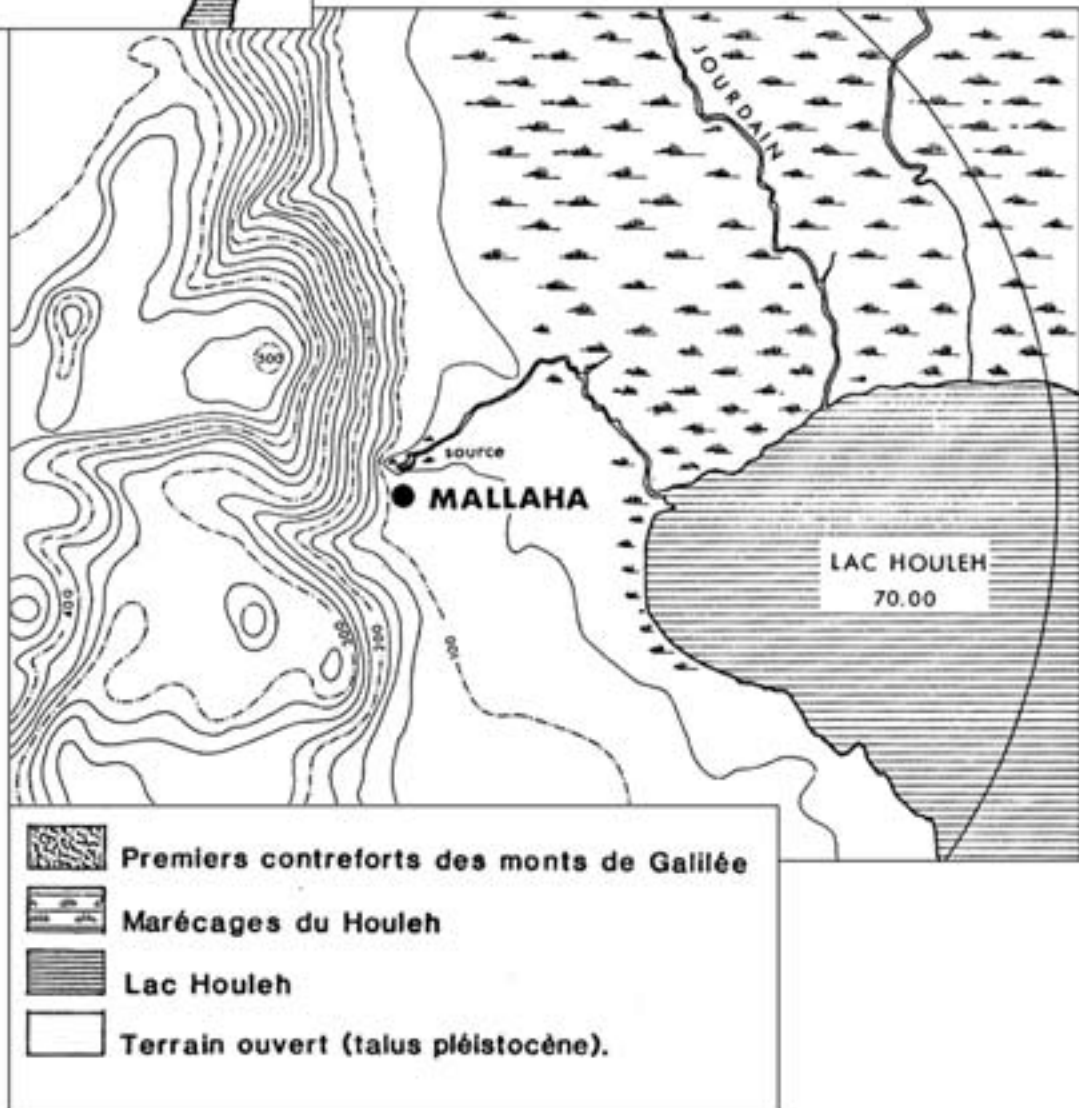
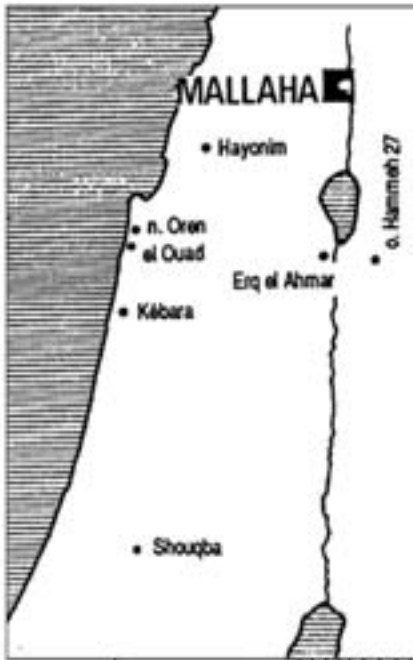


Planche 71 : localisation du site de Mallaha (Eynan) d'après Perrot *et al.* (1988)

Planche 72

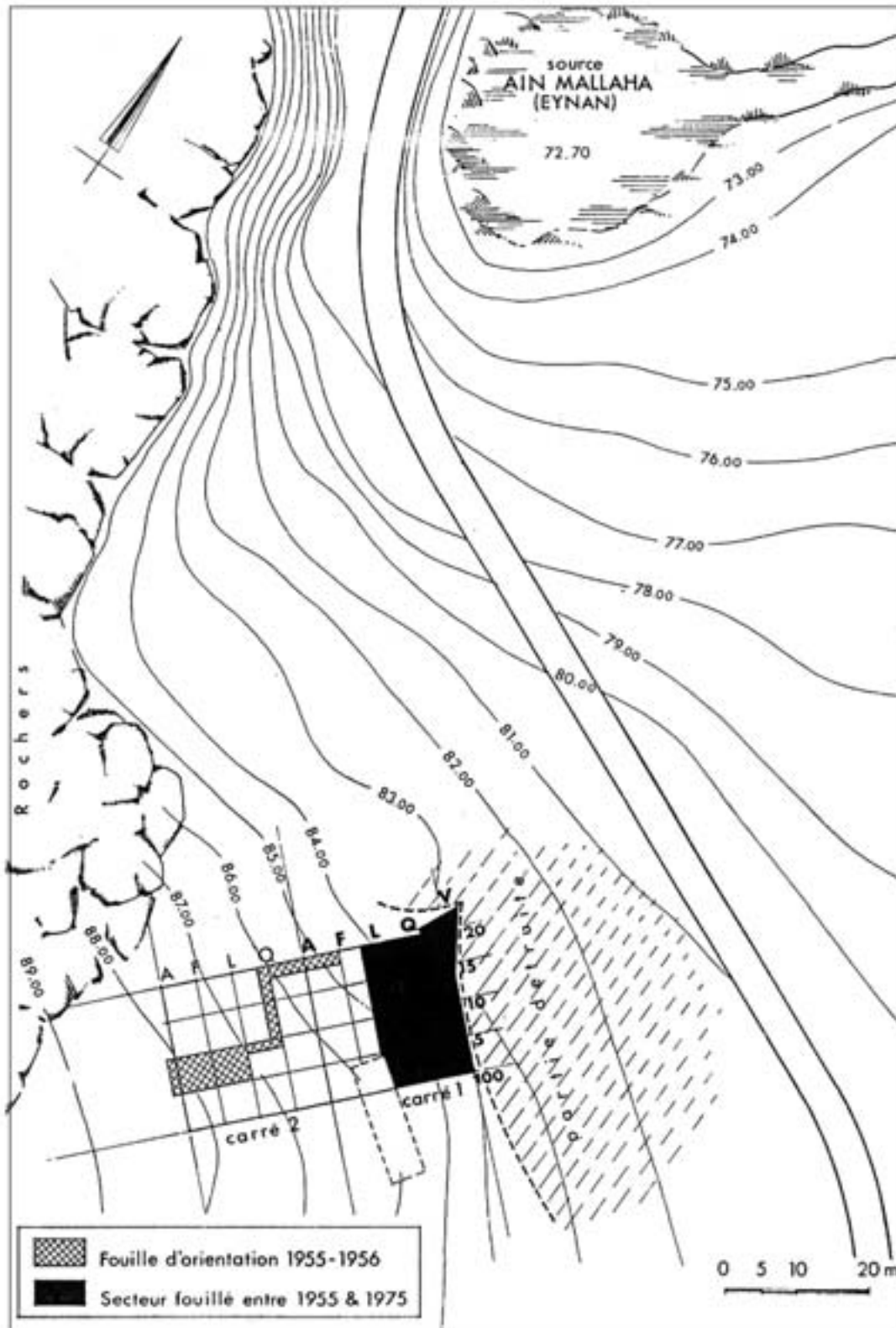


Planche 72 : topographie du gisement et secteurs fouillés, d'après Perrot *et al.* (1988, p.2)

# **Chapitre IV. Mallaha (Eynan), les données des fouilles anciennes**

## **1. Présentation du site**

### **1.1. Localisation**

Le gisement de Mallaha, situé dans le Nord d'Israël, borde la rive occidentale du Lac Houlé (Planche 71). Cette dépression appartient à la grande faille du Rift se développant depuis la vallée de L'Oronte en Syrie jusqu'en Afrique orientale. Le lac, aujourd'hui asséché, était encore traversé, il y a quelques années, par le Jourdain dont les sources sont localisées au Nord – Est de Mallaha. C'est un site de plein air établi au pied des monts de Nephtali (formation de calcaire cénomanien appartenant à l'ensemble de la Haute Galilée) et à proximité de la source de Ain Mallaha (Eynan en hébreux). Les préhistoriques se sont installés à 200 m de cette source, contre un talus qui s'appuie au Nord sur la falaise de calcaire (Valla, 1984).

Le site a été découvert en 1954 au cours de travaux d'adduction d'eau. Il a fait par la suite l'objet de différentes campagnes de fouilles jusqu'en 1976 (Planche 72) sous la direction de J. Perrot en collaboration, pour les dernières années, avec M. Lechevallier et F. Valla<sup>25</sup> (Perrot, 1957, 1960, 1962, 1966, 1976, 1995 ; Perrot *et al.*, 1988).

Nous traiterons dans cette partie du matériel issu des campagnes effectuées de 1971 à 1976.

### **1.2. Mode d'occupation**

#### **1.2.1. Organisation spatiale et stratigraphie**

Différentes structures ont été mises au jour en particulier des abris, de forme semi-circulaire ou sub-circulaire couvrant entre 25 m<sup>2</sup> et 7,75 m<sup>2</sup> (Valla, 1991). Ils sont en général semi-enterrés, la levée de terre servant d'appui pour la construction des murs. Dans une des "maisons" au moins (abri 131), des trous de poteaux indiquent la présence d'une superstructure (Perrot, 1974 et 1976 ; Valla, 1988b, 1991). Par ailleurs, différentes fosses, certaines enduites, ont été découvertes. Lors des fouilles de Perrot, le dernier niveau d'occupation livre pour toute structure évidente des "berceaux de pierre" (Perrot, 1966 ; Perrot *et al.*, 1988).

---

<sup>25</sup> en 1955 et 1956 le site fait l'objet de sondages puis de fouilles de 1959 à 1961 sous la direction de J. Perrot. De nouvelles campagnes ont été effectuées de 1971 à 1976. Sont alors associés à la direction Monique Lechevallier en 1971 et 1972 puis François Valla partir de 1973 (Perrot *et al.*, 1988). Dans ce travail, nous parlerons généralement des "fouilles J. Perrot" pour désigner les travaux réalisés sur le site de 1955 à 1976.

Plusieurs descriptions de la stratigraphie des dépôts natoufiens ont été proposées par Perrot (e.g. Perrot, 1960, 1962, 1966, 1974). Nous reprenons la présentation donnée en 1988 (Perrot *et al.*, 1988) :

L'épaisseur des dépôts est variable sur le site. On note au Nord du gisement une couche superficielle de terre brune noire d'une trentaine de centimètres et plus au Sud une couche de terre caillouteuse dont l'étendue apparaît limitée. Les auteurs mentionnent des épisodes de forte érosion attestés par la présence de sépultures au dessus de la nappe caillouteuse creusées à partir d'un sol qui n'a pas été conservé.

La séquence stratigraphique proposée comprend trois niveaux pour la partie centrale du secteur fouillé :

- le niveau Ia est une couche de sédiment brun – noir de 0,3 m d'épaisseur comportant des vestiges modernes et des "débris divers" ;
- le niveau Ib est constitué d'une nappe caillouteuse de 0,3 m d'épaisseur qui ne contient que quelques éléments natoufiens probablement déplacés. Quelques petites structures (25, 30, 55) sont mises au jour à la surface de cette couche. Elles témoignent d'une réoccupation du site après la mise en place de cette nappe de cailloux ;
- le niveau Ic correspond à une couche de sédiment brun – cendreuse d'épaisseur variant entre 0,3 et 0,4 m. Elle résulte selon les auteurs d'une longue période d'occupation attribuable au Natoufien récent. Elle est marquée par la construction de structures et le creusement de fosses de différents types. Les abris (29, 56, 70, 80, 117) sont partiellement enterrés, de forme circulaire en plan, leur diamètre varie entre 3 et 4m. Les fosses sont de trois types : les unes (77, 101, 113, 115) ont un mètre de profondeur environ, les diamètres à leur base varient entre 1 à 1.8 m. Les parois et les fonds sont parfois recouverts d'un enduit d'argile épais. D'autres, plus nombreuses, sont peu profondes (maximum de 0.5 m) et mesurent environ 1m de diamètre. Leur paroi sont parfois recouvertes d'un enduit de terre chaulée blanc jaunâtre, d'aspect granuleux. Certaines de ces fosses ont été réutilisées comme sépulture. Des cuvettes de même diamètre mais moins profondes contenaient des sépultures (9, 10, 20, 24). Plusieurs sols ont été observés à la base de la couche Ic, en particulier en L-P 1-5 sous la forme d'un enduit blanc. Dans le secteur P-V 5-15, a été mis au jour, dans la partie supérieure de la couche Ic, un horizon de grosses pierres et de grandes pierres plates et allongées dont certaines pourraient être en relation avec des sépultures.
- le niveau II a été reconnu sur une étendue plus limitée que celle du niveau I, correspondant aux abris 1, 26, 61, 62 et 121 (soit environ 70m<sup>2</sup>). Une stratigraphie plus fine a pu être établie dans le secteur de l'abri 62. Il a été creusé dans les couches de remplissage d'un abri plus ancien (abri 51) qui appartient au niveau III. Le sol d'occupation (pavement, foyer 76, débris divers) de l'abri 62 constitue la couche IIc. Après l'abandon de l'abri, on distingue deux couches (IIb et IIa) séparées par un sol d'exposition ou d'occupation (IIa/b). Le niveau est composé d'un sédiment brun - jaune concrétionné qui contraste avec les terres brunes du niveau I et qui pourrait provenir de la décomposition d'un matériau employé pour les superstructures. Cette terre jaune constitue aussi le

remplissage de l'abri 51, elle se retrouve, mais en traces seulement, dans le remplissage des abris 1 et 26. Dans l'abri 26, la structure 44 pourrait aussi être attribuée au niveau II.

- le niveau III est représenté dans l'abri 51 par les couches de son remplissage qui n'ont pas été détruites par le creusement de 62. Il est constitué d'un sédiment brun-jaune plus foncé que celui de 62 mais probablement de même nature. Deux couches sont différenciées (A et B). Le sol de l'abri 51 n'a pas toujours pu être distingué du sol plus ancien (niveau IV) de l'abri 131. L'abri 51 pourrait être considéré comme une réfection de 131.

- le niveau IV est représenté dans l'abri 131 dans sa partie Ouest. Deux sols d'occupation sont distingués (A et B), dégagés sur une quinzaine de mètres carrés.

Perrot *et al.* (1988) proposent une occupation à peu près continue de Mallaha comprenant de possibles déplacements des aires d'activité. La durée totale de l'utilisation du site pourrait correspondre à l'ensemble du Natoufien. Les dates obtenues pour les niveaux III et IV indiquent que le site n'a pas été occupé dès les débuts de la période natoufienne. A partir de l'étude de l'industrie lithique effectuée par Valla (1984), les différents niveaux sont rattachés à trois phases :

- phase ancienne : niveau IV et III, secteur central, abris 131 et 51, premier état de l'abri 26
- phase moyenne : niveau II, abris 62 et 1, restes de l'abri 45, abri 61, et probablement 121 ;
- phase récente : vestiges d'occupations postérieures à la formation de la nappe caillouteuse.

Phases	Abri	Fosse, bassin, foyer	Chronologie interne	Remarques
Ancienne (Natoufien ancien)	1/ 61 / 131 / 121 131 puis 51 et 62	bassin 75 dans le sol de 62, fosse 17 sur margelle de l'abri 1, fosse 77 dans le remplissage de 62	131 réutilisé pour 51 puis pour 62	121 amorce 30taine de sépultures principalement sous 1 et 131
Moyenne (Natoufien récent)	- sommet talus : 26, réfections de 45 et 22, 29, 56, 70 ; - pente : 66, 41, 134 ; - pied de talus : 80 et 117	26 : foyer et mortier ; berceau 55 ; fragments de mur : 53, 58 ; fosses et bassins : - les plus anciens : 68, 69, 101, 113, 115, 124 ; - les plus tardifs : 48, 34, 38, 27, 52, 137, 59, 8, 7, 122	- structures contemporaines : 48 ou 38 et réfections 45 et 22. - détruisant des maisons : 52, 132, 7 ; - creusées dans leur remplissage : 34, 137, 122.	sépultures collectives dominantes
Récente (Natoufien final)	pas d'abri	- cercle de pierre 30 - berceau 25 - fosses 125 et 126		beaucoup de sépultures, inhumation individuelles dominant.

tableau 50 : répartition des structures, fosses, bassins et foyers de Mallaha (fouilles J. Perrot) au sein des différentes phases d'occupation du site d'après Valla (1981 et 1991).

D'après Valla (1991) ces phases correspondent respectivement à des occupations durant le Natoufien ancien (phase ancienne), récent (phase moyenne) et final (phase récente). La répartition des structures au sein de ces phases proposée par l'auteur (tableau 50) en 1981 et 1991 diffère sensiblement de celle donnée par Perrot *et al.* (1988).

## **1.2.2. La fonction du site : discussion sur la notion de village**

Le bilan des premières campagnes de fouille avait conduit Perrot à proposer l'hypothèse d'une occupation permanente du site par un groupe (*e.g* Perrot, 1966). Mallaha est ainsi interprété comme témoignant des premières implantations sédentaires.

Valla considérant le fait que les structures sont nombreuses et regroupées, agencées selon un certain plan, parle de "village" (Valla, 1981 ; 1991). Il précise dans l'un de ses articles cette conception : le site pourrait correspondre au modèle du "village primitif" défini par Flannery c'est-à-dire à des implantations sédentaires de chasseurs-cueilleurs (Valla, 1981). Perrot préfère quant à lui réserver le terme de village à des périodes postérieures (PPNB), ce mot ayant selon l'auteur des connotations rurales et agricoles (*e.g* Perrot, 1966 et 2000).

Au delà de cette hypothèse générale sur laquelle les deux auteurs se rejoignent, la compréhension du site pose différents problèmes qui ont été soulignés en particulier par Valla (*e.g* 1981, 1991). Ils portent sur l'interprétation des structures y compris des "abris" ou "maison" dont les modes d'utilisation restent à préciser, sur la stratigraphie fine de l'occupation c'est-à-dire la contemporanéité du fonctionnement de différents éléments structurant l'espace (*e.g* Valla, 1991).

## **2. Le mobilier de pierre, présentation générale de l'assemblage**

### **2.1. Histoire d'une collection**

Le mobilier de pierre a fait l'objet de présentations générales par J. Perrot (*e.g.* 1966) et G. Dollfus (1985). Des décomptes ont été publiés par Wright (1994) reprenant les données de l'étude effectuée par G. Dollfus. Nous disposons par ailleurs, d'un inventaire général sous forme de fiches mentionnant, de façon non systématique, plusieurs types de renseignements tels que la description de l'objet, de la matière première, les références d'archivage et l'attribution stratigraphique. Cet inventaire a été informatisé afin de pouvoir l'exploiter pleinement. A partir de 1971 jusqu'en 1976, un catalogue des numéros de décapage<sup>26</sup> donnant leur correspondance stratigraphique a aussi été tenu. Après l'arrêt des fouilles en

---

<sup>26</sup> les numéros de décapage correspondent à une unité de fouille renvoyant à une zone (généralement quart de mètre carré) ainsi qu'à la position stratigraphique (profondeur de début et de fin de la fouille). Ils font parti des références d'archivage des objets auxquels on attribue par ailleurs un numéro.

1976, l'ensemble de la collection a été entreposé dans un des dépôts du département des Antiquités Israéliennes à Jérusalem, dont nous avons effectué un inventaire général.

- Le fichier réalisé au cours des fouilles mentionne 820 objets parmi lesquels 126 sont attribués à des niveaux supérieurs aux couches natoufiennes et 341 ne disposent pas d'attribution stratigraphique précise (non mentionnée ou seulement les élévations, description du contexte sédimentaire).
- Wright (1994) propose les décomptes suivant : 608 objets répartis entre 341 pour le Natoufien ancien et récent, 267 pour le Natoufien final.
- Le dépôt archéologique des Antiquités Israéliennes de Romema contient quant à lui 855 objets, un nombre donc supérieur à celui des objets inventoriés lors de la fouille. Une rapide vérification nous a permis de constater qu'une priorité avait du être donnée aux outils. Par ailleurs, certains objets mentionnés dans cette liste sont absents du dépôt. Ils correspondent, en grande partie, à des artefacts partis pour exposition. Nous avons choisi de travailler sur un échantillon homogène de la collection, celui des fouilles 1971 - 1976 pour lequel nous disposons d'attributions stratigraphiques systématiques. Cet ensemble représente 226 artefacts. Afin d'en évaluer la représentativité, nous comparerons les répartitions en fonction des catégories d'outil (selon la typologie de Wright, 1992a et b) de l'inventaire général des objets de pierre effectué lors des fouilles, de l'échantillon retenu pour notre travail et des données de Wright (1994).

## 2.1.1. Présentation des différents échantillons

### 2.1.1.1. Inventaire réalisé au cours des fouilles

Type d'outil	Décompte
Meule	7 (2)
Vaisselle/Mortier	77 (4)
Molettes	28 (1)
Pilon	101 (2)
Broyeur	1
Galets polis	4
Utilisé brut	17 (2)
Pierre à sillon et incision	22 (1)
Pierre perforée	4 (1)
Débitage	8
Fragment de matériel de broyage indéterminé	11
Divers	55
Indéterminé	18
<i>Total</i>	<i>354</i>

tableau 51 : répartition de l'assemblage du mobilier de pierre natoufien de Mallaha (fouilles J. Perrot) d'après l'inventaire réalisé lors de la fouille (354 objets disposant d'attribution stratigraphique précise). Les chiffres entre parenthèses correspondent aux d'objets dont la classification typologique est incertaine.

### 2.1.1.2. Les données publiées par Wright (1994)

Classification	Natoufien ancien et récent	Natoufien final et niveau la	Total
Meule	8	7	15
Molettes	36	40	76
Mortier	16	14	30
Pilon	144	113	157
Vaisselle	53	40	93
Pierre à sillon	22	7	29
Pierre perforée	2	5	7
Hache	1		1
Autres	59	41	100
<i>Total</i>	<i>341</i>	<i>267</i>	<i>608</i>

tableau 52 : répartition de l'assemblage du mobilier de pierre de Mallaha (fouilles J. Perrot) d'après les données publiées par Wright (1994). L'auteur prend en compte les outils attribués au niveau la postérieur au Natoufien.

### 2.1.1.3. L'échantillon des fouilles 1971 - 1976 d'après notre propre inventaire

Catégories	Décompte
Meule	1
Vaisselle/Mortier	19 (1)
Molettes	8 (2)
Pilon	34 (3)
Boucharde	5
Galets polis	1
Utilisé brut	28 (6)
Pierre à sillon et incision	16 (1)
Pierre perforée	1
Débitage	11 (6)
Fragment de matériel de broyage indéterminé	9
Divers	93
<i>Total</i>	<i>226</i>

tableau 53 : répartition de l'assemblage des outils de pierres de Mallaha fouilles 1971 à 1976 (J. Perrot).



## 2.1.2. Comparaison des différents échantillons

La représentation relative de différentes catégories d'outils apparaît très proche dans les trois échantillons considérés (figure 11).

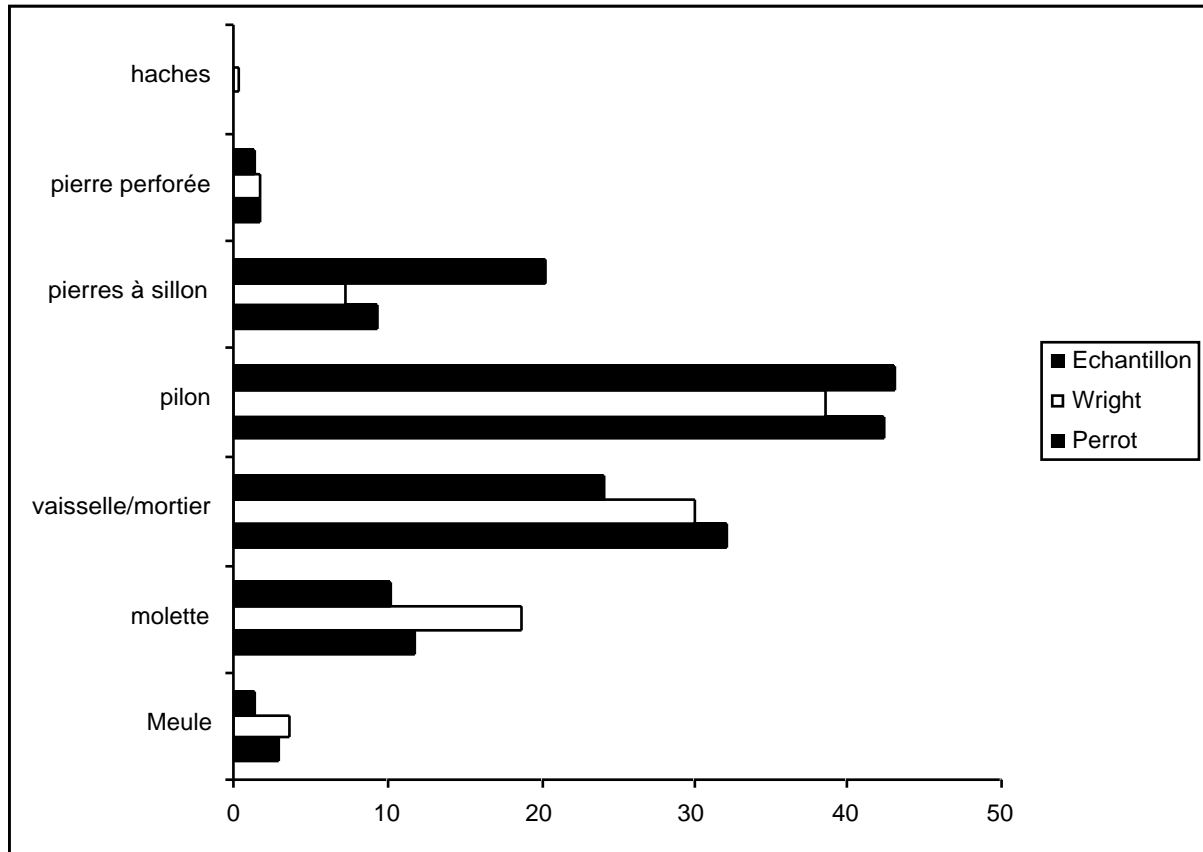


figure 11 : répartition typologique du mobilier de pierre de Mallaha (fouilles J. Perrot) dans les trois échantillons (échantillon des fouilles 1971 à 1976 = échantillon ; données publiées par Wright = Wright ; inventaire réalisé lors de la fouille = Perrot), données en pourcentages.

## 2.2. Description générale du matériel des fouilles 1971 - 1976

### 2.2.1. Les différentes catégories d'artefacts

Nous présenterons dans cette partie une description succincte des différentes catégories d'artefacts représentées dans la série (tableau 53 et figure 12).

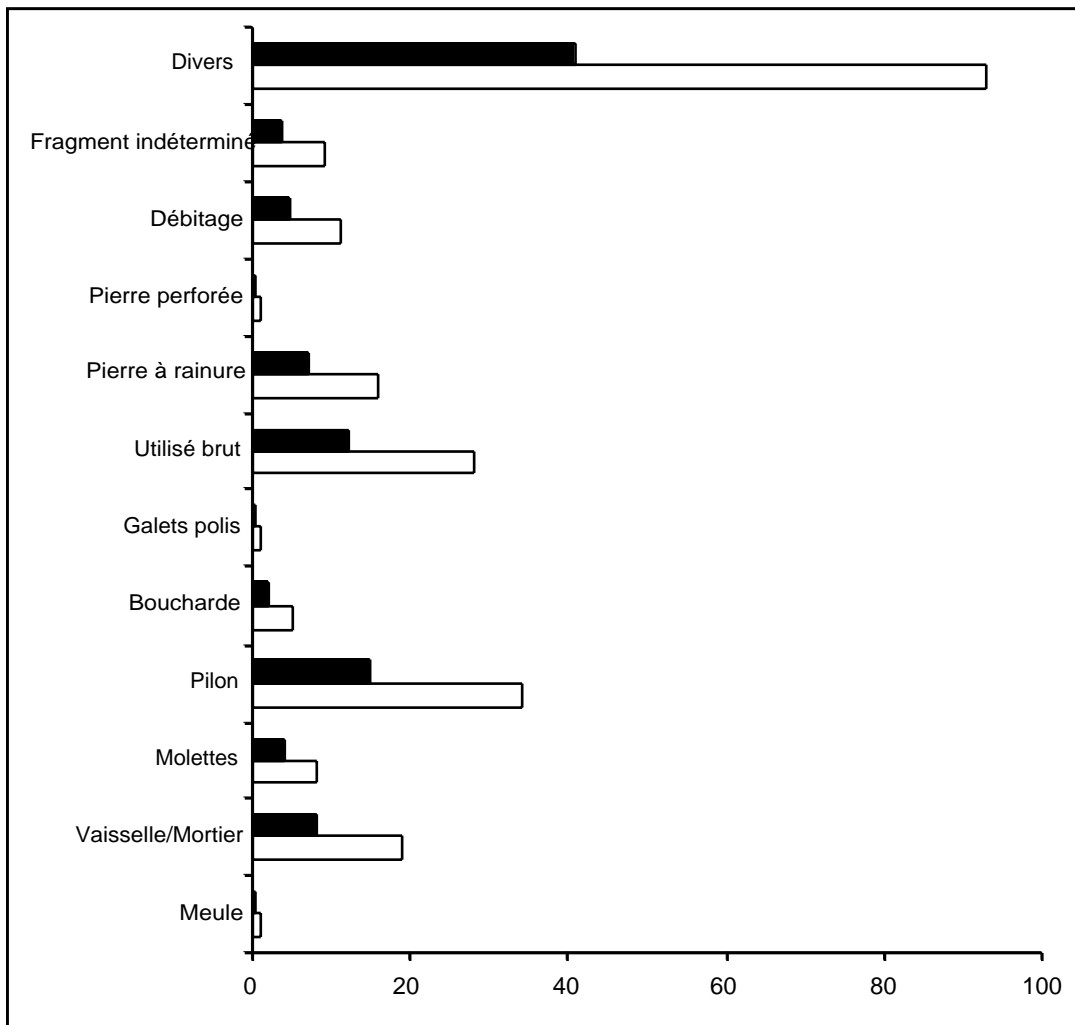


figure 12 : répartition du mobilier de pierre de Mallaha (fouilles J. Perrot, échantillon des campagnes de 1971 à 1976) selon la typologie de Wright (1992 a et b). La répartition est donnée en nombre absolu (en noir) et en pourcentage (en blanc).

- la catégorie "divers" comprend des fragments ne portant pas de traces d'utilisation ou de mise en forme (42 objets) ainsi que des galets et fragments de galet de petite taille (44 objets). Certains d'entre eux présentent des formes originales ou encore des perforations naturelles. Une collecte de petits galets est aussi documentée pour le site de la grotte d'Hayonim. La catégorie "divers" inclut par ailleurs deux dalles portant de possibles décors incisés, trois galets à encoches, une *muller* et un outil de type *heavy duty tool*.
- les galets utilisés bruts sont pour l'essentiel des objets portant des traces de percussion sur leur(s) extrémité(s) ou encore des zones striées.
- les objets classés dans la catégorie "débitage" (11 pièces) sont majoritairement des éclats (9 pièces). Tous sont en basalte. L'un d'eux est en forme de lame. Deux portent des traces de chauffe et un troisième présente en face supérieure les traces d'un travail par

Planche 73

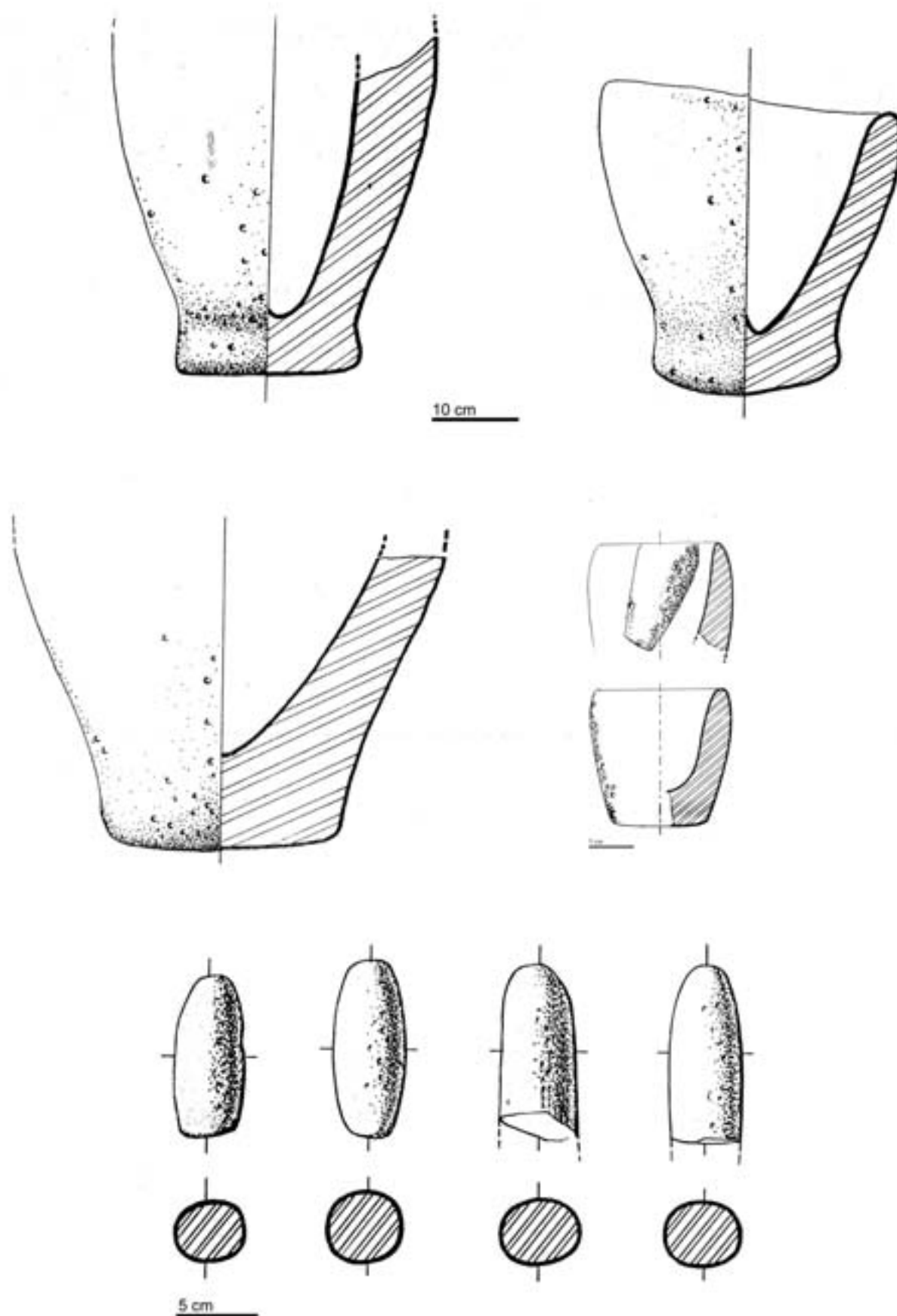


Planche 73 : Le matériel des fouilles anciennes de Mallaha, exemples de mortiers et de pilons.  
Dessins D. Ladiray.

# Planche 74

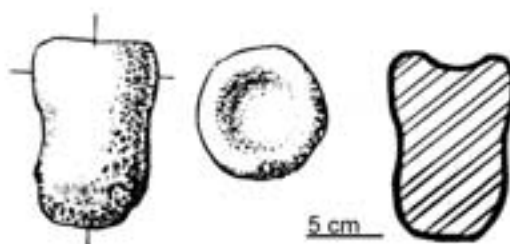
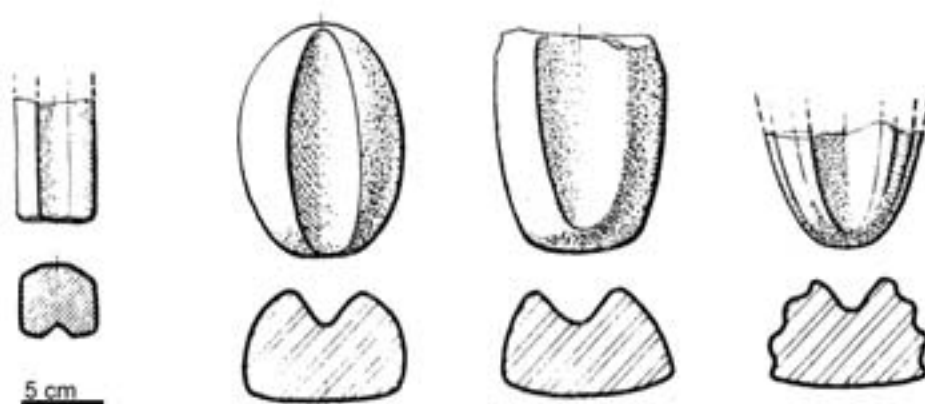
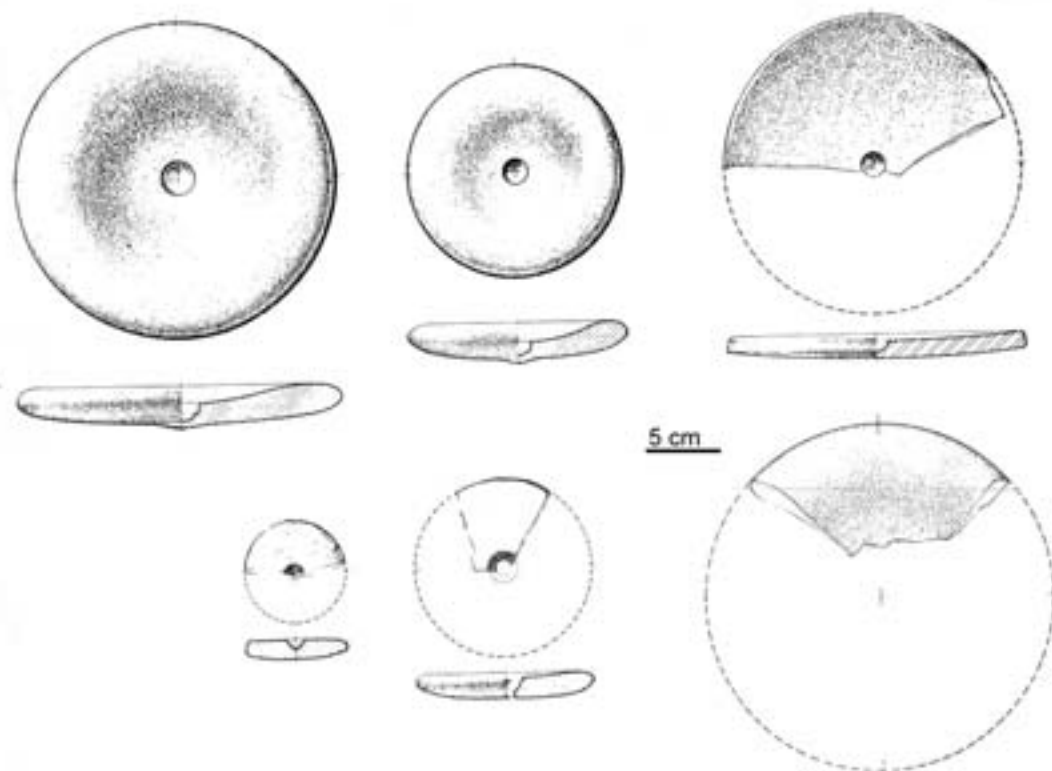


Planche 74 : Le matériel des fouilles anciennes de Mallaha, exemples de disques (en haut), de pierres à rainure (au milieu) et de "petit mortier" (en bas). Dessins D. Ladiray.

piquetage. Par ailleurs, l'assemblage comprend deux dalles de calcaire portant des négatifs d'enlèvements.

- dans la catégorie des pierres à rainure (Planche 74), les mises en forme sont le plus souvent générales mais parfois limitées à un simple aménagement du sillon. Les rainures présentent en section des formes de U ou de V. Les longueurs des pièces et, en conséquence, celles des sillons varient entre 15,5 et 4 cm.
- parmi les bouchardes, quatre sont en silex et une en basalte.
- l'assemblage comprend un disque de calcaire plat rappelant les objets décrits par Perrot (1966) : l'auteur mentionne des disques plats ou à dépression centrale, en calcaire ou en basalte, portant des traces d'ocre rouge (Planche 74).
- les outils de broyage sont dominés par les formes creuses (Planche 73). Dans la catégorie des vases – mortiers, on décompte trois fragments de bol ou petit mortier, deux fragments de vaisselle fine. Le reste, soit 12 pièces, est constitué de fragments de mortiers aux parois épaisses, certains proviennent d'objets de grande taille. Seuls trois pilons sont entiers. Il est possible de mesurer les longueurs de douze pièces, elles se situent entre 8,8 et 23,4 cm. Dans notre échantillon, aucun objet ne peut être rapproché des pilons – broyeurs. Les morphologies des extrémités sont variables et l'on retrouve la diversité observée dans l'assemblage de la grotte d'Hayonim : elles sont convexes à planes, en forme d'ogive avec une pointe marquée ou encore présentent des plans de fracture émoussés associés à un esquillement de la bordure.

Les meules et molettes seront décrites lors de l'analyse détaillée du matériel fonctionnant en percussion posée diffuse.

## **2.2.2. Répartition au sein des différentes phases du Natoufien**

Nous proposons une répartition en fonction des différents niveaux présentés plus haut (du niveau Ib au niveau IV). Les sous-divisions effectuées par les fouilleurs à l'intérieur de ces unités ne sont pas prises en compte dans notre distribution.

Le tableau 54 permet tout d'abord de constater que l'assemblage est essentiellement constitué de matériel provenant du niveau IV (plus de 81% des objets). Les fouilles effectuées de 1971 à 1976 semblent avoir été particulièrement concentrées sur l'étude des abris 62 et 131, documentant les premières phases d'occupation de Mallaha (bien que différentes structures appartenant à la fin de l'occupation du site aient aussi été fouillées). Le faible effectif des objets recueillis pour la plupart des autres niveaux n'autorise pas une comparaison de la représentation relative des catégories d'outil au sein des ensembles différenciés.

Pour le niveau IV, il faut considérer qu'il y a un probable biais induit par la zone fouillée qui concerne essentiellement le remplissage d'une "maison". Dollfus (1985) avait remarqué une répartition différentielle des outils de broyage, les pilons et mortiers étant regroupés dans les structures, les meules et molettes distribuées de façon plus aléatoire.

Catégories	Ib	Ic	II	IIc-III	III	IV	Total
Meule						1	1
Vaisselle/Mortier	2		7	1	2	7	19
Molettes	2		1		2	3	8
Pilon	4	2			4	24	34
Boucharde						5	5
Galets polis	1						1
Utilisé brut			1			27	28
Pierre à sillon et incision		1			1	14	16
Pierre perforée	1						1
Débitage						11	11
Fragment de matériel de broyage indéterminé	2	1				6	9
Divers	2	2	1 (?)		2	86	93
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>185</b>	<b>226</b>

tableau 54 : répartition de l'assemblage du mobilier de pierre de Mallaha (fouilles J. Perrot, campagnes de 71 à 76) au sein des différents ensembles stratigraphiques.

### 2.2.3. Les différents types de roche exploités

Les différents types de roche reconnus dans l'assemblage sont : - roches sédimentaires : calcaire, grès, silex, quartz ; - roches basaltiques. Par ailleurs, des fragments de calcite pouvant provenir d'une grotte située à proximité du site ont aussi été apportés.

Leur répartition au sein de l'assemblage est la suivante :

Catégorie	Bas.	Cal.	Quartz	Grès	Silex	Indet	Total
Meule	1						1
Vase - Mortier	15	4					19
Molette	8						8
Pilon	32	1				1	34
Boucharde	1				4		5
Galet ut.	15	12			1		28
Pierre à rainure	12	3		1			16
Pierre perforée		1					1
Galet lustré	1						1
Débitage	9	2					11
Fgt. Indet.	8	1					9
Divers	16	69	1		6		93
<b>Total</b>	<b>119</b>	<b>94</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>226</b>

tableau 55 : répartition de l'outillage de pierre de Mallaha (fouilles Perrot, échantillon campagnes de 1971 à 1976) en fonction des différentes catégories de roche. Bas. = basalte ; Cal. = calcaire ; Indet. = indéterminé ; Galet ut. = galet utilisé brut ; Fgt. Indet. = fragment de matériel de broyage indéterminé.

Le basalte suivi du calcaire dominant largement l'assemblage. Le calcaire est en grande partie représenté par des galets et fragments de ne portant pas de traces évidentes d'utilisation ou de transformation (catégorie divers). Le basalte a été préférentiellement utilisé pour la production d'outils, en particulier de matériel de broyage. Il est presque exclusivement employé pour la réalisation des molettes et les pilons. Les autres matières apparaissent très peu représentées.

## 2.2.4. Le matériel en basalte

### 2.2.4.1. Les différents types de basalte

Six types de basalte ont été différenciés sur l'ensemble de la collection étudiée :

- type 1 : matière très homogène de couleur grise – verte comportant des cristaux blancs visibles à l'œil nu ;
- type 2 : basalte non vacuolaire à gros cristaux présentant sur une partie de l'échantillon des formes allongées. Dans cette catégorie, certaines pièces sont légèrement vacuolaires ;
- type 3 : basalte à grains fins, d'aspect très pulvérulent (les grains semblent se détacher très facilement). Les plans de fracture révèlent une organisation sous forme de petites sphères ou de litages ;
- type 4 : matière très homogène à grains fins non vacuolaire présentant de nombreux cristaux noirs de tailles diverses ;
- type 5 : basalte compact à grains fins de couleur gris clair comportant de petites vacuoles (matière poreuse) ;
- le type 6 comprend l'ensemble des basaltes vacuolaires.

La plupart des types distingués sont des roches homogènes à grains fins peu à non vacuolaires (types 1, 3 et 4). Le type 2 représente les roches à grains grossiers, les types 5 et 6, les matières poreuses ou comportant un nombre important de vacuoles.

Type de basalte	décompte	pourcentage
1	2	1,7%
2	51	43,3%
3	17	14,2%
4	7	5,8%
5	9	7,5%
6	17	14,2%
Ponce	9	7,5%
Indet.	7	5,8%
<i>Total</i>	<i>119</i>	<i>100</i>

tableau 56 : répartition des différents types de basalte dans l'assemblage de Mallaha (fouilles 1971 – 1976).

Les matières les plus grenues (type 2) dominent l'assemblage (tableau 56), ceci même si l'on regroupe les basaltes à grains fins (types 1, 3 et 4) et les matières vacuolaires (types 5 et 6).

## 2.2.4.2. Répartition en fonction des catégories d'outils

Types de basalte	Types d'outils										
	Meule	V/M	Mol.	Pilon	Bouch.	P. à R.	Déb.	Gal. ut.	Indet.	Divers	Total
1							2				2
2		5	3	15	1	8	6	6	4	4	52
3			1	5		1		5	1	4	17
4				3		1		1		2	7
5		3		4		2					9
6	1	7		5					1	3	17
Ponce			5						2	2	9
Indet							1	4		1	6
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>119</b>

tableau 57 : répartition des catégories d'outils en fonction des différents types de basalte dans l'assemblage de Mallaha (fouilles 1971 à 1976). Abréviations : V/M = vase – mortier ; Mol. = molette ; Bouch. = boucharde ; P. à R. = pierre à rainure ; Déb. = débitage ; Gal. ut. = galets utilisés ; Indet. = indéterminé.

Pour chaque catégorie d'outil la gamme des basaltes exploités apparaît assez large. Les plus forts effectifs correspondent généralement au type de basalte le plus représenté (type 2). Les basaltes vacuolaires apparaissent cependant sureprésentés dans la catégorie des vases – mortiers.

## 2.3. Synthèse de l'étude du mobilier de pierre des fouilles anciennes de Mallaha

L'assemblage est caractérisé par une forte proportion de galets de petite taille, peut être récoltés pour des raisons "esthétiques", ainsi que de fragments ne portant pas de traces évidentes d'utilisation ou de mise en forme. Pour ces derniers, il est difficile de comprendre l'origine de la fragmentation. Il est en tous les cas peu probable que ces objets résultent d'une production *in situ* de l'outillage en pierre. Nous ne retrouvons en effet que peu d'éclats et aucune préforme n'est mise en évidence. Les collections des fouilles plus anciennes comprennent deux blocs de basalte à grains fins portant des négatifs d'enlèvements. Aucun éclat ou outil sur éclat n'a été identifié.

Plus généralement, on note la présence en faible proportion d'outils représentés en grand nombre dans d'autres assemblages : l'échantillon comprend un outil de type *heavy duty tool* ainsi qu'une *muller*. D'autres artefacts apparaissent plus caractéristiques de Mallaha : c'est le cas des disques de calcaire et des "pierres à polir" (Perrot, 1966) que nous présenterons



dans la section suivante. La présence de mortiers miniatures<sup>27</sup> est aussi remarquable. Ils diffèrent des bols miniatures de Wadi Hameh 27 (Edwards, 1991b) car ils comportent une base (Planche 74).

Calcaire et basalte ont été préférentiellement exploités. Les autres matières apparaissent anecdotiques dans notre échantillon et dans la collection en général. Le basalte domine l'assemblage, la proximité des sources d'approvisionnement explique probablement cela.

Les outils en calcaire comprennent dans notre échantillon essentiellement des petits galets ainsi que des objets utilisés bruts. Le site de Mallaha a par ailleurs livré en quantité importante des galets à encoche(s) en calcaire communément interprétés comme des poids de filet. Le basalte a été préférentiellement utilisé pour la production d'outils de broyage. Molette et pilon en particulier sont presque exclusivement produits dans cette roche. Aucune sélection d'un type particulier de basalte pour une utilisation spécifique n'est mise en évidence. Cependant, l'hypothèse d'une préférence des basaltes vacuolaires pour la production de mortiers peut être avancée.

Dans l'ensemble des outils de broyage, les formes creuses, pilons, vases et mortiers, sont les mieux représentées. Pour les répercutants, les fragments de mortier provenant probablement de pièces de grande taille sont les plus abondants. Notre échantillon ne comporte pas de pièce décorée mais celles-ci sont par ailleurs attestées (Perrot, 1966). Dans la catégorie des pilons, nous retrouvons la diversité des morphologies des zones actives documentée sur le site de la grotte d'Hayonim. Il n'y a pas de pilon - broyeur dans notre échantillon. Neuf pièces de ce type sont conservées au dépôt de Romema, deux d'entre elles peuvent être attribuées aux niveaux natoufiens.

L'échantillon pris en compte dans cette étude ne peut être utilisé pour comparer le mobilier de pierre des différents niveaux natoufiens reconnus sur le site. La plupart d'entre eux est en effet représentée par un très petit nombre d'objets. Le matériel étudié provient essentiellement du niveau IV c'est-à-dire de la phase la plus ancienne d'occupation du site pouvant être attribuée au Natoufien ancien. La présence d'une meule dans ces niveaux d'occupation apparaît particulièrement intéressante.

### **3. Le matériel en basalte utilisé en percussion posée diffuse**

Les outils ayant fonctionné en percussion posée diffuse représentent une faible proportion de l'échantillon étudié. L'assemblage comprend :

- huit molettes dont cinq en pierre ponce et n'ont pas été retenues pour l'analyse tracéologique ainsi qu'une meule ;
- plusieurs pièces classées dans la catégorie des galets utilisés bruts ainsi qu'un probable fragment d'outil de broyage ont pu fonctionner en percussion posée diffuse :

---

<sup>27</sup> deux pièces sont conservées au dépôt des Antiquités Israéliennes, l'une d'elle n'a pas d'attribution stratigraphique et la seconde est attribuée au niveau II – III selon l'inventaire réalisé lors des fouilles.

- deux objets associent des traces de percussion lancée et posée ;
- un petit galet présente un lustre généralisé ;
- par ailleurs deux autres pièces peuvent être rapprochées des objets de forme foliacée présentant des traces d'utilisation sur leur tranche associant esquillement et lustre.

Nous présenterons dans cette partie l'analyse morphologique et tracéologique de ces pièces. Par ailleurs, afin de compléter ces données nous prendrons aussi en compte le matériel que l'inventaire effectué lors des fouilles permet d'attribuer aux niveaux natoufiens. Celui-ci comprend :

- quatre molettes
- trois possibles fragments de meule
- deux possibles pilons – broyeurs
- une pierre à polir
- deux galets bruts portant des lustres et zones d'abrasion.

### **3.1. Les fouilles 1971 à 1976**

#### **3.1.1. Les outils de type meules et molettes**

L'étude portant sur un petit nombre d'objets, nous décrivons chacun d'eux avant de donner les résultats de l'analyse tracéologique (exemples de molette donnés en Planche 75 et étude tracéologique en Planche 77).

##### **3.1.1.1. Les molettes (3 objets)**

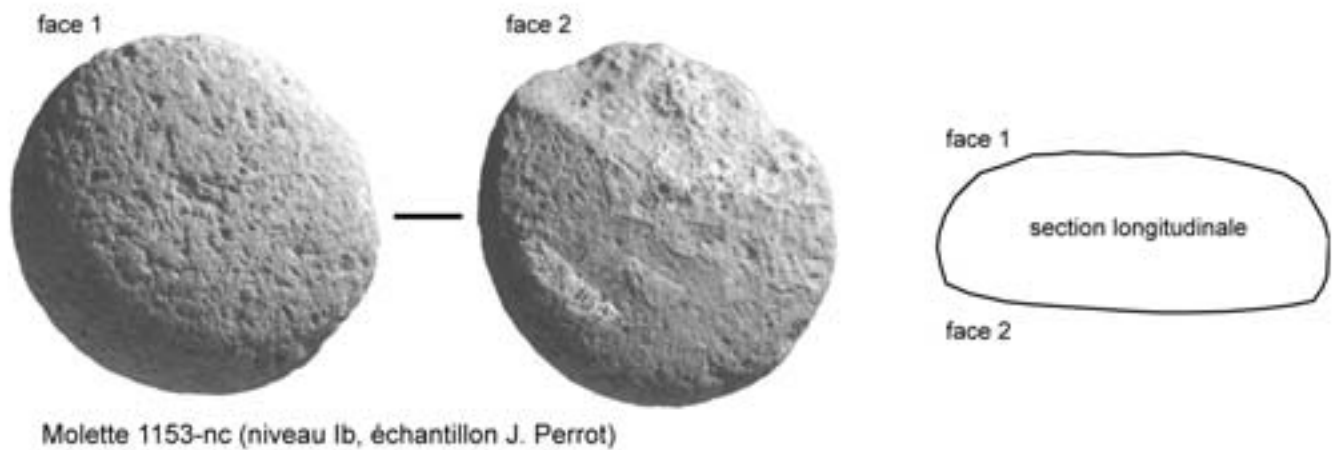
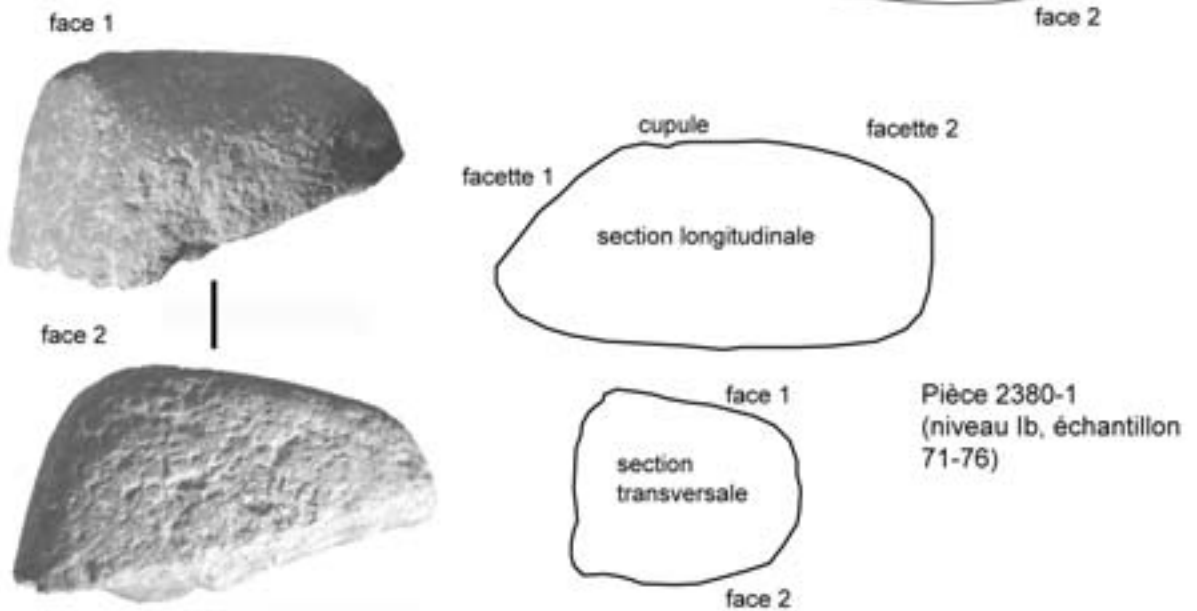
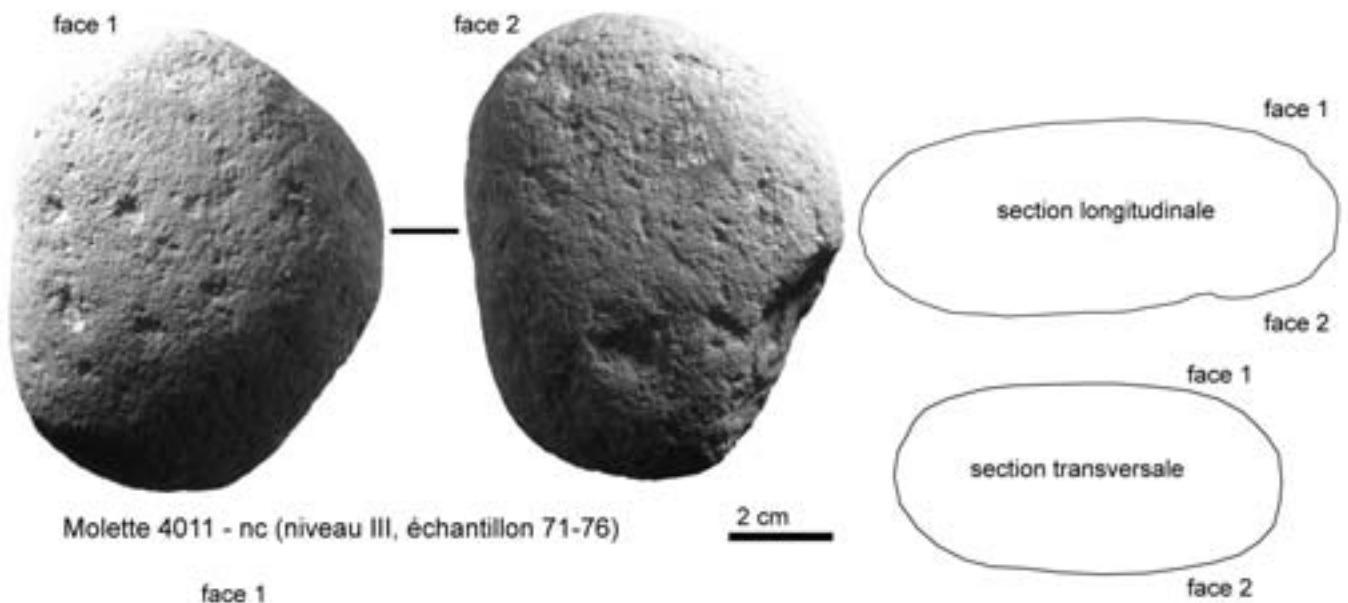
###### *La pièce 4594 – 42 (niveau IV)*

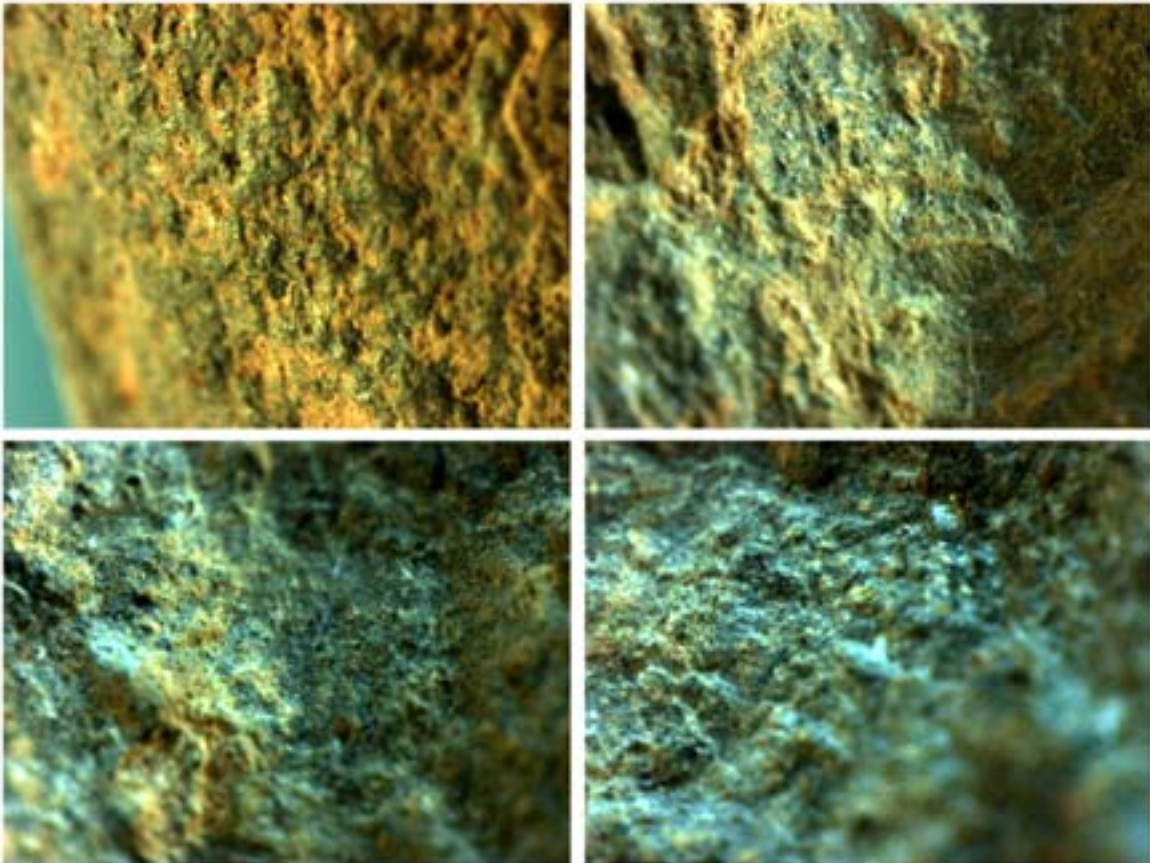
- description morphologique : Il s'agit d'une molette entière (11,2 / 7,9 / 5,2) de forme ovale en section et en plan (Planche 75). La morphologie est proche de celle d'un galet naturel et la mise en forme nous semble sommaire, les flancs montrent des traces de piquetage mais restent irréguliers. Les faces ont elles aussi été piquetées. L'usure est très envahissante sur les flancs de l'objet. Par ailleurs, on note une probable utilisation de l'une des extrémités en percussion lancée.

- caractérisation des états de surface : sur les deux faces, les états de surface sont similaires. La régularisation du relief est forte et généralisée, elle n'entraîne pas une réelle opposition entre aspérité et anfractuosité. L'arasement du sommet des grains est très prononcé, la plupart reste néanmoins légèrement en relief et émoussé. Sur de petites zones non planes, les grains ne présentent pas d'interstices entre eux. Ces zones sont sombres, les grains ne sont plus individualisables. Sur l'une des faces, on note des traces d'un piquetage postérieur à la formation de l'usure. Sur l'extrémité, les traces d'impacts semblent aussi postérieures à l'utilisation des faces en percussion posée.

- interprétation : sur les faces, l'organisation générale du microrelief, la nature des stigmates d'usage indiquent une utilisation sans répercutant associé. Les types d'altération nous semblent proches de ceux obtenus lors d'un travail de la peau avec adjuvant de type eau. Néanmoins, la surface apparaît fortement lustrée en comparaison avec nos outils expérimentaux. Une des faces présente des indices probables d'un ravivage de la pièce. Par ailleurs, les traces d'impacts sur l'extrémité pourraient correspondre à un réemploi ou à encore une utilisation plurifonctionnelle de l'outil.

# Planche 75

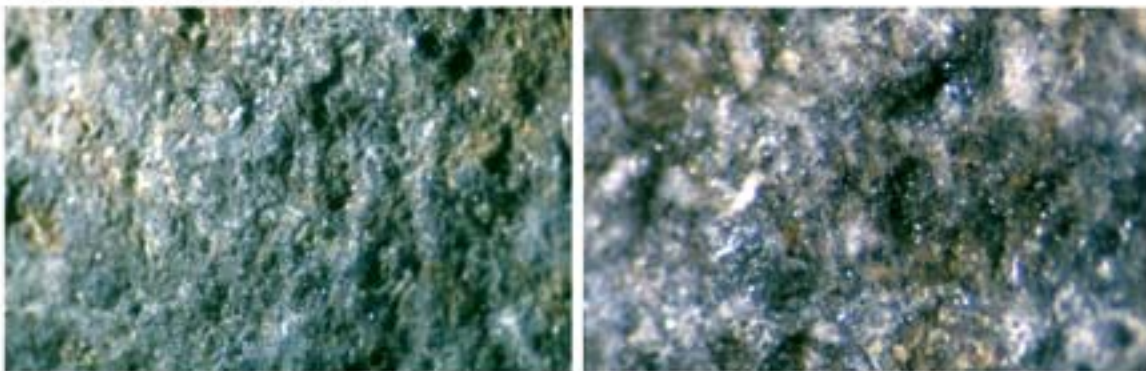




*Description*

Sur les pièces utilisées sur les flancs, l'usure peut être caractérisée par la présence d'un lustre translucide et de traces d'impacts (a. X7 et b. X20). Aux plus forts grossissements, les grains apparaissent fortement arasés (d. x40) et forment parfois des zones d'homogénéisation non planes (c. X40).

**Référentiel expérimental**



*Interprétation*

Sur différents points, les traces observées sur les pièces avec utilisation des flancs peuvent être rapprochées de celles reproduites lors du travail de bois (e. x7 et f.x40) : formation d'un lustre translucide, forte amplitude de l'usure, dominance de grains arasés et plages d'homogénéisation non planes. Nous privilégions donc l'hypothèse du travail de végétaux ligneux.

### *La pièce 4011 – nc<sup>28</sup> (niveau III)*

- description morphologique : cette molette est fragmentée sur un des bords (dimensions : 11 / 9,1 / 4,5 cm). Sa forme est proche de celle d'un galet naturel, la mise en forme apparaît donc sommaire et comprend un léger piquetage des faces et des flancs qui restent irréguliers. Elle est ovale en section et en plan. L'usure est limitée aux faces planes. On note des résidus d'ocre sur l'une d'elles. Par ailleurs, l'autre face est altérée, la matière semble se déliter.

- caractérisation des états de surface : l'observation à la binoculaire confirme une altération importante de l'ensemble de la surface qui se desquame par petites plaques. Sur la seconde face, l'état de surface a l'aspect d'un piquetage fin, il pourrait aussi résulter d'une altération de celle-ci.

- interprétation : l'état de conservation de la pièce ne permet pas de proposer des hypothèses quant à son mode de fonctionnement.

### *La pièce 2380 – 1 (niveau Ib)*

- description morphologique : la pièce est fragmentée dans sa longueur, son épaisseur maximale est de 4,1 cm (Planche 75). La mise en forme est totale, la morphologie en plan et en section parallépipédique. Une de ces faces est légèrement convexe tandis que l'autre présente des facettes d'usure se recoupant pour former un angle ouvert. Une autre facette du même type est développée sur le flanc de la pièce. On retrouve cette même configuration sur les "pierres à polir" qui associent généralement facettes d'usure et cupule localisée au centre des faces. Dans le cas présent, la pièce est fragmentée mais pourrait comporter une cupule centrale (la zone étant pas ailleurs concrétionnée, il est difficile d'être affirmatif). Pour les pierres à polir typiques, les deux faces présentent des configurations identiques (facettes et cupule). Dans le cas présent, les facettes ne sont observées que sur l'une des faces. Ceci pourrait indiquer deux phases d'utilisation de la pièce, une utilisation plurifonctionnelle ou encore une variation des modes de fonctionnement à l'intérieur d'une catégorie d'outil.

- caractérisation des états de surface : sur la face convexe, les traces d'un piquetage dominant. Elles recouvrent un état de surface antérieur correspondant à une utilisation en percussion posée. Il est difficile de caractériser ce premier stade d'usure (Planche 77 a). Sur la face opposée et sur le flanc, les facettes présentent toutes des états de surface similaires. Elles peuvent être caractérisées comme suit : des stries parallèles sont nettement visibles macroscopiquement. Elles sont longues et profondes et indiquent un mouvement de va-et-vient. Le microrelief est généralement régularisé, il n'y a pas d'anfractuosités marquées. On note à plus fort grossissement des arrachements de grains, la plupart sont émoussés et fortement arasés (Planche 77 b). Un lustre translucide est développé sur toute la surface. Quelques zones sombres et réfléchives sont notées.

- interprétation : l'hypothèse d'un ravivage général de la face convexe nous apparaît la plus probable. En ce qui concerne les facettes d'usure, nous renvoyons à la section 3.2.3.2. Les pierres à polir) où nous comparons cette pièce avec les autres pierres à polir.

### *Synthèse de l'étude morphologique et tracéologique des molettes*

Deux molettes sont de forme ovale en plan et en section. Les mises en forme peuvent être considérées comme sommaires comprenant un piquetage des faces et un aménagement des flancs. Les morphologies des blocs d'origine (galet) sont peu modifiées. L'une d'elle présente une usure correspondant à une utilisation sans répercutant associé pour le travail de la peau probablement avec un adjuvant de type eau. La surface de la seconde est trop altérée pour autoriser une diagnose fonctionnelle.

La troisième molette est de forme parallépipédique en plan et en section. Elle porte sur l'une de ses faces plusieurs facettes d'usure. Elle peut être ainsi rapprochée des "pierres à polir" qui seront décrites plus loin.

---

<sup>28</sup> nc : non coordonnée, pièce à laquelle un numéro n'a pas été attribué

### 3.1.1.2. La meule 2339 – 1 (niveau IV)

#### *Description morphologique*

La pièce est fragmentée et présente deux faces opposées et une partie du flanc. La mise en forme est générale. L'épaisseur maximale est de 8,3 cm. Elle est probablement de forme ovale en plan et concave – convexe en section. La surface active n'est pas délimitée et la concavité est peu prononcée.

#### *Caractérisation des états de surface*

Une grande partie de face active est concrétionnée, les états de surface peuvent être néanmoins observés sur une petite zone. Les anfractuosités sont nombreuses et profondes, les aspérités sont arasées et l'on note la formation de plateaux plans peu étendus et peu réfléchissants. L'arasement du sommet des grains est fort, créant sur de petites zones des plages où les grains ne présentent pas d'interstices entre eux. Les plateaux sont généralement irréguliers entrecoupés de petites anfractuosités indiquant des arrachements de matière. Les grains présentent généralement des altérations de type microfractures. L'usure n'affecte pas les anfractuosités.

#### *Interprétation*

Les traces d'usage apparaissent caractéristiques d'une utilisation pour le broyage de végétaux non oléagineux de type légumineuses.

## 3.1.2. Autres pièces utilisées en percussion posée

### 3.1.2.1. Les galets associant traces d'impact et zone d'abrasion ou lustre

#### *Description et étude tracéologique*

Deux pièces entrent dans cette catégorie.

- le galet 4594 – 54 (niveau IV) : présente des concentrations de points d'impact sur les deux extrémités ainsi qu'une petite facette d'abrasion sur l'une des faces à proximité de l'extrémité. Elle mesure un peu plus de 4 cm de diamètre. Sur cette facette, l'usure est développée selon une certaine amplitude et forme, sur les aspérités, de petites plages d'usure bombées. Des stries profondes indiquent un mouvement de va-et-vient dans l'axe d'allongement de la pièce. La plupart des grains sont en relief et émoussés, ils présentent un lustre translucide prononcé. L'hypothèse d'un fonctionnement sans répercutant associé nous semble la plus probable. L'usure n'a pas été reproduite expérimentalement. La matière travaillée se situe peut être dans la catégorie des matériaux souples ne contenant pas de graisse. La présence de stries nettes indique soit un matériau contenant des agents abrasifs ou encore un travail avec adjuvant.
- le galet 4594 – 51 (niveau IV) : cette pièce présente des traces d'utilisation en percussion lancée sur une des extrémités. Sur l'une des faces, une petite cupule montre par ailleurs un lustre prononcé pouvant indiquer une utilisation en percussion posée. Sur cette même face, le microrelief apparaît très régularisé, seules de petites anfractuosités subsistent. On note des altérations par microfractures et arrachements mais les grains sont généralement en relief et émoussés, recouverts d'un lustre. La formation de la cupule ne semble pas postérieure à celle de l'usure décrite. Il est cependant peu probable que la cupule résulte d'une mise en forme car celle-ci est irrégulière et peu

profonde. Il faut peut être envisager une utilisation générant la formation simultanée du lustre et de la cupule, peut être le galet a-t-il servi de support pour le travail d'une matière souple contenant des matières grasses. Nous manquons dans ce domaine de référentiel.

## Synthèse

Le galet 4594 – 54 présente des traces d'utilisation en percussion lancée sur ses extrémités ainsi qu'une facette d'abrasion indiquant une utilisation en percussion posée. Elle est localisée sur une des faces à proximité d'une extrémité. Les états de surface indiquent une utilisation sans répercutant associé selon un geste de va-et-vient dans l'axe de la pièce. La matière travaillée n'a pu être déterminée. Nous privilégions cependant l'hypothèse de végétaux ne contenant pas de matières grasses. Des stries dénotent la présence d'un agent abrasif.

Le galet 4594 – 5 porte lui aussi des stigmates d'une utilisation en percussion lancée sur ses extrémités. Sur une face, une cupule irrégulière est recouverte d'un lustre. Lustre et cupule semblent s'être formés simultanément et procèdent probablement du même mode d'utilisation. La matière travaillée n'a pu être identifiée.

### 3.1.2.2. Un petit galet lustré

La pièce 4130 – 512 (niveau IV) est un petit galet entier (6,5 / 5,3 / 3,4 cm) dont les faces présentent de probables traces d'abrasion. A la binoculaire, la surface apparaît généralement recouverte d'un vernis translucide. Nous n'observons pas de modification importante du microrelief. Un tel lustre n'a pas été reconnu sur notre échantillon de galet naturel, il est néanmoins difficile d'attester d'une utilisation de la pièce.

### 3.1.2.3. Pièces utilisées sur leur flanc

#### *Description et étude tracéologique*

Deux pièces présentent des traces d'utilisation de leur flanc associant petits rebroussés, et lustre prononcé. Il s'agit d'objets peu épais (moins de 2 cm). Le premier a été réalisé sur une dalle de basalte, il est fragmenté au niveau d'une extrémité (4053 – nc, niveau III). Le second est un éclat dont la face inférieure est émoussée et qui présente en face supérieure des traces d'une mise en forme par piquetage (4590 – 82, niveau IV). Il correspond probablement à un fragment d'outil de broyage. Cette pièce est presque entièrement concrétionnée, les quelques zones de la partie active observables apparaissent similaires à celles de la dallette.

- caractérisation des états de surface des zones actives (Planche 76) : cette description est fondée sur les observations effectuées sur le premier objet mentionné (la dalle). L'usure est développée sur tout le pourtour de la pièce. Seul un des côtés présente des petits rebroussés se développant sur la face plane. Sur la tranche de ce même côté, des traces d'impacts profonds sont aussi observés. Ceux-ci, de même que les rebroussés sont antérieurs à la formation d'un état de surface que l'on retrouve sur l'autre bord de la pièce. Il peut être caractérisé comme ayant l'aspect d'un piquetage fin. A la binoculaire, les grains sont fortement arasés, un lustre translucide est développé. L'usure est de forte amplitude et l'on note la présence de zones d'homogénéisation non planes sur lesquelles les grains sont toujours individualisables mais ne présentent plus d'interstice. Ces zones présentent une répartition de forte amplitude.

Cet état de surface nous apparaît proche de celui obtenu lors du travail de végétaux ligneux (bois). Les rebroussés et traces d'impact profond observées sur un des bords de l'objet pourraient correspondre à une mise en forme de la pièce visant à la calibrer ou à régulariser la partie active.

## Synthèse

Deux pièces peu épaisses présentent des traces d'utilisation localisées sur leur flanc. Un des outils a été réalisé sur une petite dalle de basalte et le second sur un éclat dont la face supérieure porte des traces de piquetage. Sur les flancs, les états de surface indiquent une utilisation en percussion lancée et posée probablement pour le travail de végétaux ligneux

(Planche 76). Ces objets peuvent être rapprochés des outils du même type connus pour la grotte d'Hayonim.

## 3.2. Les données de l'échantillon "J. Perrot"

### 3.2.1. Les molettes

#### 3.2.1.1. Description des pièces

Le tableau 58 donne une description synthétique des pièces. Tous les fragments présentent les deux faces opposées et une partie des flancs. La molette entière est fortement altérée en surface, elle n'a pas été retenue pour l'analyse tracéologique (Planche 75).

Archivage	Niveau	Description	MP	Long.	Larg.	Ep.	Forme plan	Forme section
M 591 - 89	Ila	fragment de molette bifaciale	2	8,1	6,8	3,8	ronde	ovale
M59 - 1153	Ib	molette bifaciale fragmentée	2	8	7,6	3,1	ronde	plano convexe
EM 1751	II	molette entière bifaciale ?	2	9,2	8,2	4,3	ovale	plano convexe
EM 3229 - 1	IV	fragment de molette bifaciale	2	10,9	4,8	4,9	ovale	ovale

tableau 58 : tableau descriptif des molettes de "l'échantillon Perrot", Mallaha fouilles anciennes.

#### 3.2.1.2. Etude tracéologique

Les usures documentées par les trois autres pièces sont diverses.

- sur la pièce 591 – 89 (Planche 77) une des faces présente des traces importantes de piquetage. Elles recouvrent un premier état de surface dont les caractéristiques sont identiques à celles de l'autre face active. Sur cette dernière, le microrelief est de faible amplitude et la surface a un aspect gondolé. Il n'y a pas de formation de plage d'arasement des aspérités. Les grains sont en relief, ils sont en général émoussés mais leur volume est peu diminué et leurs arêtes restent marquées. La surface est généralement affectée par un léger lustre translucide (Planche 77, c). L'usure est envahissante sur les flancs de la pièce. Cet état de surface indique un fonctionnement de la pièce sans répercutant associé. La matière travaillée pourrait se situer dans le registre des végétaux ligneux.

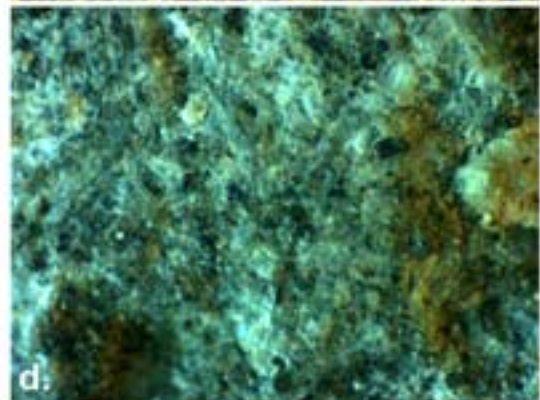
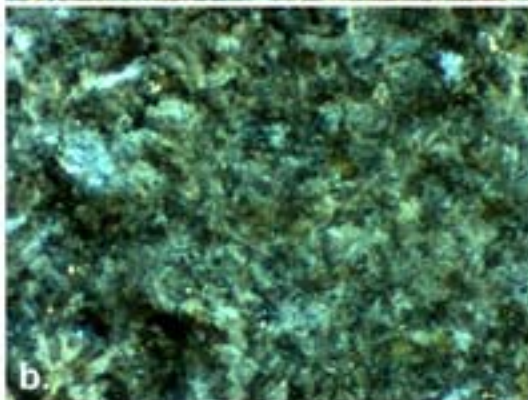
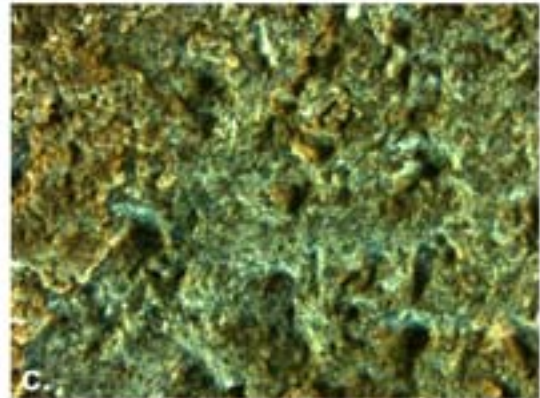
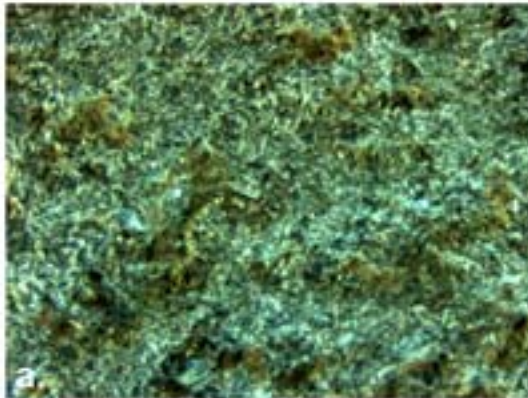
- sur la pièce M59 – 1153, les états de surface témoignent d'une histoire complexe de l'objet. Une des faces présente des résidus d'ocre. Cependant, nous ne retrouvons pas les caractéristiques des usures produites expérimentalement lors du travail de ce matériau. Les états de surface sont en fait plus proches de ceux obtenus lors du broyage des légumineuses. Sur la face opposée, l'usure apparaît macroscopiquement plus marquée au centre. Il s'agit de plages d'usure résiduelles, fortement altérées par un piquetage postérieur à leur formation. Sur l'ensemble de cette face, les états de surface indiquent une seconde utilisation en percussion posée postérieure au piquetage. L'usure est peu développée et il est difficile de proposer des hypothèses quant au fonctionnement de l'outil et au type de matière travaillée.

- sur la pièce 3229 – 1 (Planche 77), pour l'une des deux faces, on observe la formation de plateaux plans sur les aspérités présentant un lustre. Les grains sont fortement arasés et ne présentent plus d'interstices entre eux. Les plateaux sont entrecoupés de petites anfractuosités indiquant des arrachements de grains. Par ailleurs, sur les plateaux, certains grains restent en relief et émoussés (Planche 77, d). L'usure n'affecte pas les anfractuosités du microrelief. Ces états de surface peuvent être rapprochés de ceux obtenus lors du broyage de matières animales. Sur la seconde face active, l'usure est de même type mais elle apparaît moins développée (les plateaux sont moins nombreux et moins étendus). Elle est envahissante sur un des côtés de la pièce.



# Planche 77

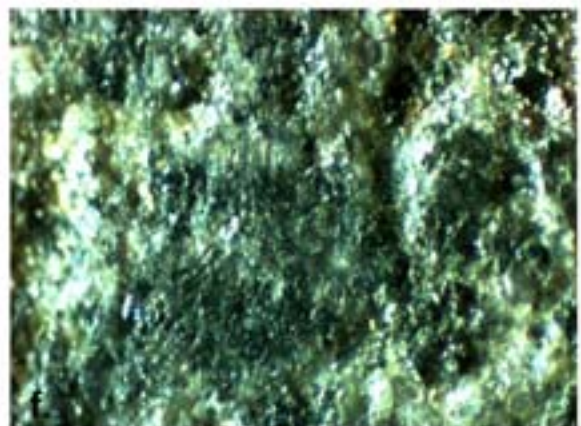
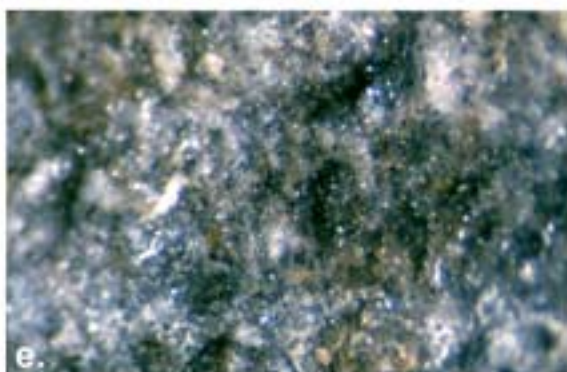
## Le matériel archéologique



Exemple d'état de surface observé sur la pièce 591-89 : à faible grossissement (a. x7), le microrelief ne présente pas d'opposition entre aspérités et anfractuosités, les grains émoussés dominant (b. x40) et on observe un léger lustre translucide généralisé.

Exemple d'état de surface observé sur la pièce 3229-1 : on observe la formation de plateaux plans dont certains présentent un lustre sombre (c. x7). Sur les plateaux, les grains sont fortement arasés, certains sont légèrement en relief et émoussés.

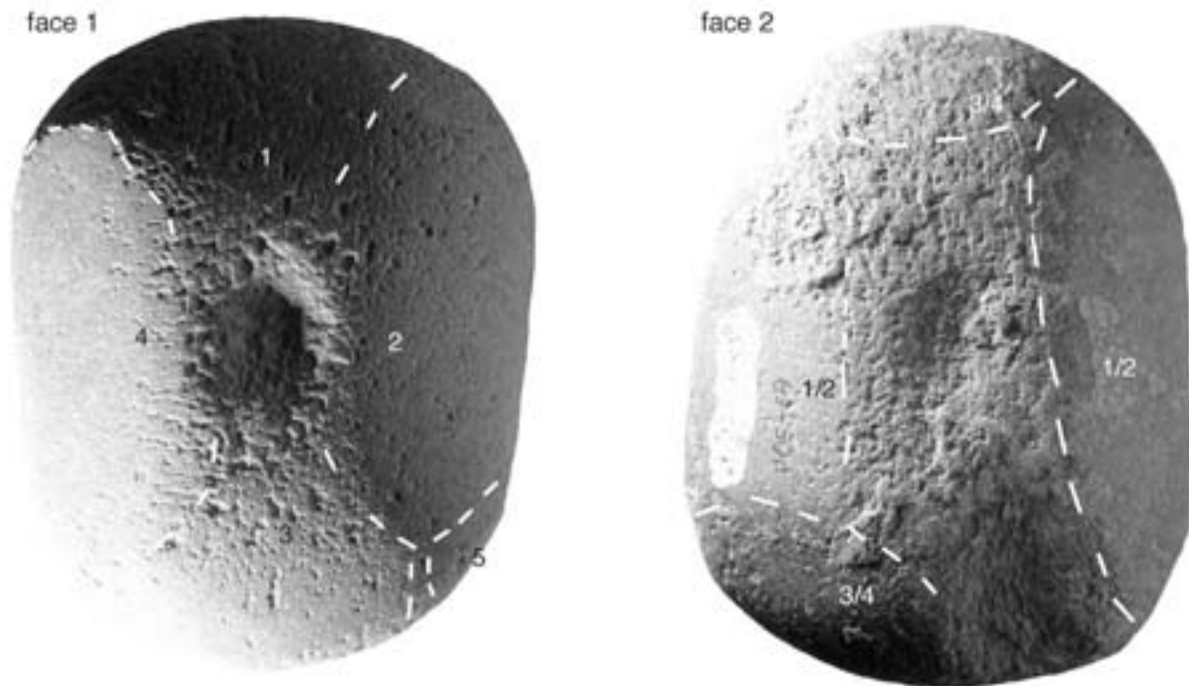
## Référentiel expérimental



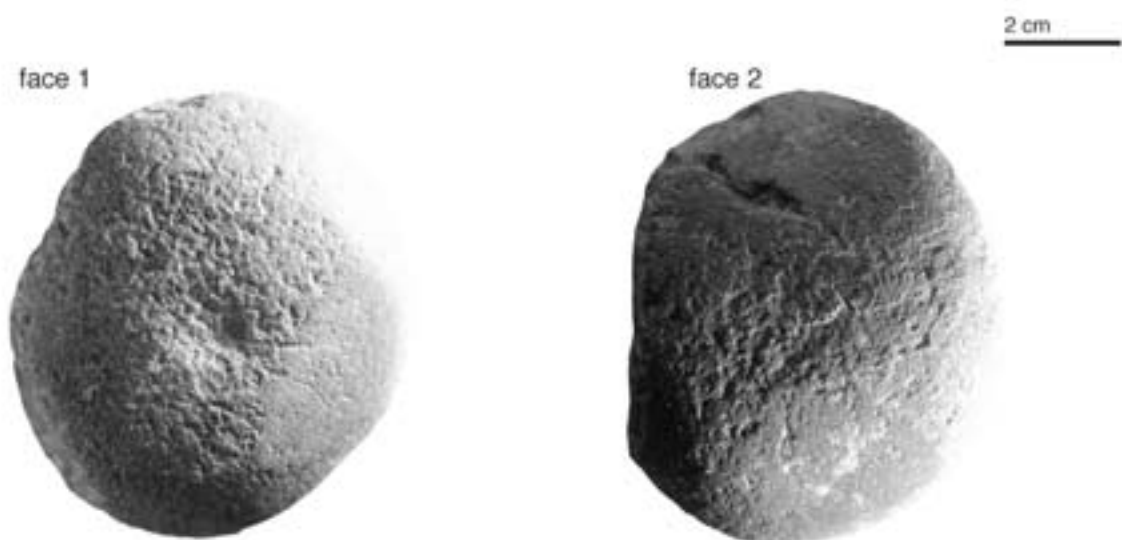
Les états de surface observés sur la pièce 591-89 peuvent être rapprochés de ceux reproduits expérimentalement lors du travail du bois (e. X40 à cinq heures trente d'utilisation). Nous proposons l'hypothèse de travail de végétaux ligneux.

La pièce 3229-1 présente différentes caractéristiques reproduites expérimentalement lors du broyage de matière animale, ici (f.), broyage de viande sur percuteur passif X40 à cinq heures trente d'utilisation.

## Planche 78



M59 1627-1, traces de piquetage sur les extrémités et cupules au milieu des deux faces qui sont antérieures à une utilisation ayant entraîné la formation de plages polies. Cette utilisation en percussion posée crée différentes facettes dont il est possible de retracer l'enchaînement. Il y a deux zones d'usure supplémentaires sur les côtés de la pièce.



EM 3396-1, la face 1 comporte trois facettes d'usure et la face 2 trois autres, elles sont postérieures à la formation des cupules et traces de piquetage, le pourtour de la pièce présente aussi des traces d'une utilisation en percussion posée.

### 3.2.1.3. Synthèse

L'échantillon "J. Perrot" comprend deux molettes ovales en section et en plan et deux autres de section plane-convexe. Ces pièces sont probablement toutes bifaciales. Une molette n'a pu être analysée en tracéologie en raison d'un mauvais état de conservation.

Les autres documentent des modes de fonctionnement divers :

- nous avons identifié sur une pièce (591 – 89) une usure relative à un fonctionnement sans répercutant associé pour le travail de végétaux ligneux (Planche 77) ;
- sur la seconde molette (M59 – 1153), les traces d'usure observées sur l'une des faces correspondent au broyage de légumineuse. La présence de résidus d'ocre sur la surface apparaît ainsi problématique. La face opposée montre des traces de piquetage indiquant un ravivage de l'outil.
- pour la troisième molette (3229 – 1), nous privilégions l'hypothèse d'un fonctionnement en couple pour le broyage de matière animale (Planche 77).

## 3.2.2. Les possibles fragments de meule

### 3.2.2.1. Description et étude tracéologique

Il s'agit de deux fragments de dalles de basalte (3350 – 2 et 3243 – 1) dont une des faces montre de probables stigmates d'utilisation en percussion posée ainsi que d'un fragment classé dans l'inventaire de Perrot dans la catégorie des bassins (3268 – 1).

- la pièce 3268 – 1 (niveau Ic) : le fragment présente une partie des deux faces opposées et du flanc. La surface active est plane et peu convexe, la délimitation du bord ne montre pas non plus une morphologie en arc de cercle. Il nous semble plus cohérent de replacer ce fragment sur le bord d'une pièce ouverte et plane. La surface active n'est pas délimitée par un bord. Les états de surface montrent une opposition entre plateaux plans arasant les aspérités et anfractuosités. Ce type de configuration est aussi observé sur les faces internes de différents fragments de mortier. A la binoculaire, sur les plateaux, les grains sont généralement affectés par des microfractures et arrachements. L'usure n'est pas développée dans les anfractuosités. Nous privilégions l'hypothèse d'une utilisation pour le broyage de légumineuses.

- la pièce 3350 – 2 (niveau Ib/c) : le basalte est de type 3, probablement récolté sur la forme de "galet", bloc parallépipédique érodé par l'eau. Une des faces présente un état de surface naturel, sans trace de mise en forme. Sur une partie de la face opposée, on observe une zone réfléchive présentant des stries profondes et parallèles. A la binoculaire, cette surface a un aspect granuleux, elle est régularisée et ne montre pas d'opposition entre aspérités et anfractuosités. Un lustre semblable à un verni translucide est développé sur l'ensemble de la zone. Les grains étant fins, il n'est pas possible de déterminer s'ils portent des altérations. Des traces d'un piquetage postérieur à la formation du lustre sont observées. Les stries sont longues profondes et en creux, elles sont aussi postérieures à la formation du lustre.

L'organisation du microrelief, l'étendue limitée de la zone d'usure nous conduisent à privilégier l'hypothèse d'un fonctionnement différent de celui d'une meule. L'objet a pu servir de support pour le travail d'une matière dont le contact a entraîné la formation d'un lustre. Cependant, les types d'altération reconnues sur la surface, leur enchaînement chronologique sont difficiles à interpréter.

- la pièce 3243 – 1 (niveau Ic) : c'est un fragment de dalle de basalte de type MP2. Il présente deux faces opposées et une partie du flanc. Celui-ci porte des négatifs d'enlèvements émoussés qui pourraient indiquer une mise en forme ou encore une calibration de la dalle. Une des faces est naturelle, la seconde, bien qu'en grande partie concrétionnée, présente un état de surface pouvant être interprété comme résultant d'une utilisation. Cette surface a fait l'objet d'un piquetage préalable. L'usure entraîne ensuite la formation de plateaux sur les aspérités. On note la présence d'une coloration rouge correspondant probablement à de l'ocre. L'état de surface ne correspond cependant pas à celui d'un travail de cette matière. En fait, l'usure n'apparaît caractéristique d'aucune des matières broyées expérimentalement. L'organisation du microrelief nous conduit à privilégier l'hypothèse d'un fonctionnement de type meule. Il est possible que la pièce ait servi au broyage de différents matériaux.

### 3.2.2.2. Synthèse

L'échantillon comprend trois objets :

- un fragment de meule (3268 – 1) entièrement mise en forme à surface active ouverte (non délimitée par un bord). Les états de surface indiquent une utilisation pour le broyage de légumineuses ;
- un fragment de dalle ne portant pas de traces de mise en forme (3350 – 2). Une des faces planes présente un lustre translucide localisé sur une petite zone. Ces stigmates ne semblent pas correspondre à une utilisation comme répercutant associé à un objet actif. La pièce a peut être fonctionné en tant que support ou planche. La matière travaillée n'a pas été identifiée ;
- une seconde dalle porte des traces d'un travail partiel des flancs et de piquetage sur une des faces planes (3243 – 1). Sur la surface active, les stigmates d'usage évoquent un fonctionnement comme répercutant associé à un outil actif travaillant en percussion posée. Nous n'avons pas été en mesure de déterminer le type de matière transformée, il est possible que la meule ait servi au broyage de différents matériaux.

### 3.2.3. Autres catégories d'outil travaillant en percussion posée

#### 3.2.3.1. Les possibles pilons – broyeurs

##### *La pièce 521 – 4 (Natoufien récent ou final)*

C'est un galet de basalte de type 2 présentant des traces d'utilisation sur les deux extrémités entraînant un aplanissement. Par ailleurs, différents stigmates sont observés :

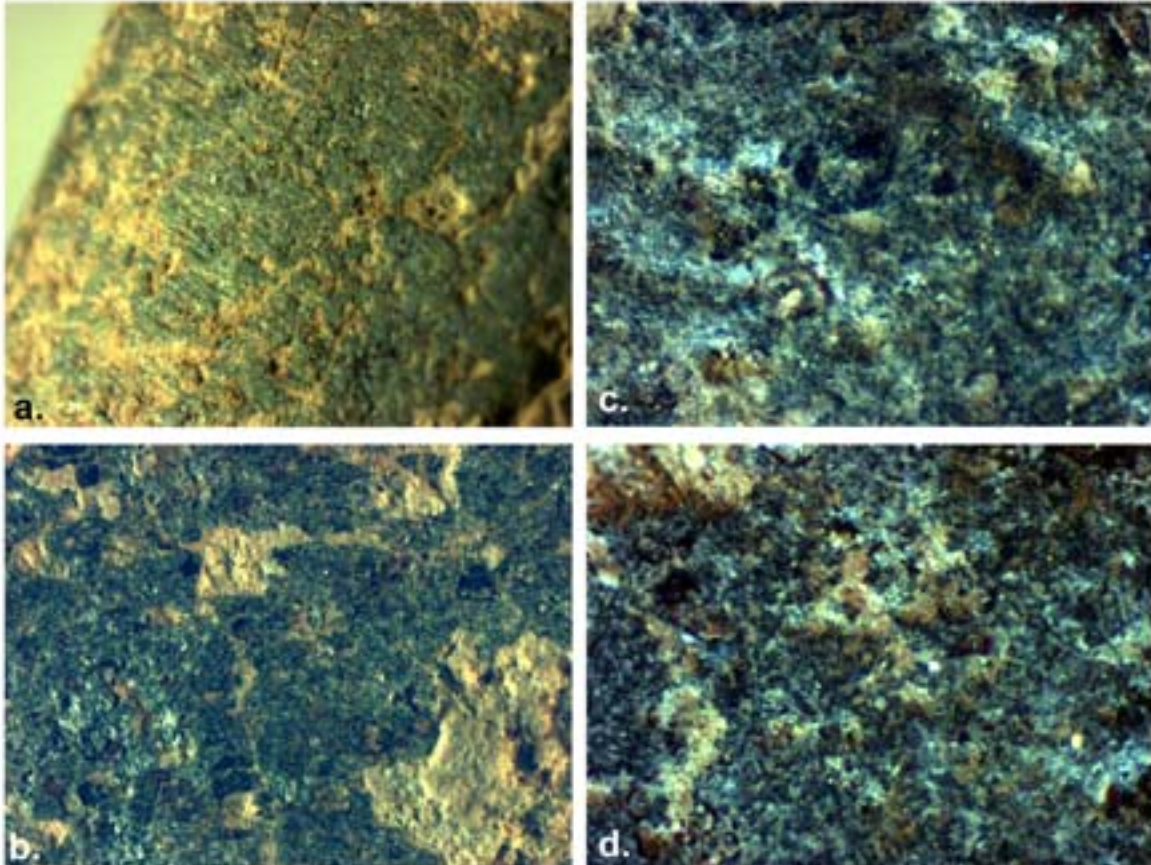
- deux zones de concentration de points d'impact formant des pseudo cupules sur une face ;
- des traces d'une utilisation en percussion posée sur l'autre face ;
- des stigmates rappelant ceux des *muller* (traces de percussion émoussées et léger lustre) sur l'un des bords.

Les extrémités ne peuvent être observées à la binoculaire car la pièce est trop grande. Une utilisation en percussion posée, probablement associée à de la percussion lancée semble cependant probable. Les états de surface sur la face utilisée en percussion posée et le flanc sont différents. Ils pourraient indiquer le travail de matériaux divers qui n'ont pu être déterminés.

##### *La pièce 3360 – 2 (niveau III)*

Il s'agit d'un fragment de corps de pilon dont les deux plans de fractures perpendiculaires à l'axe d'allongement portent des traces d'une utilisation en percussion lancée et posée.

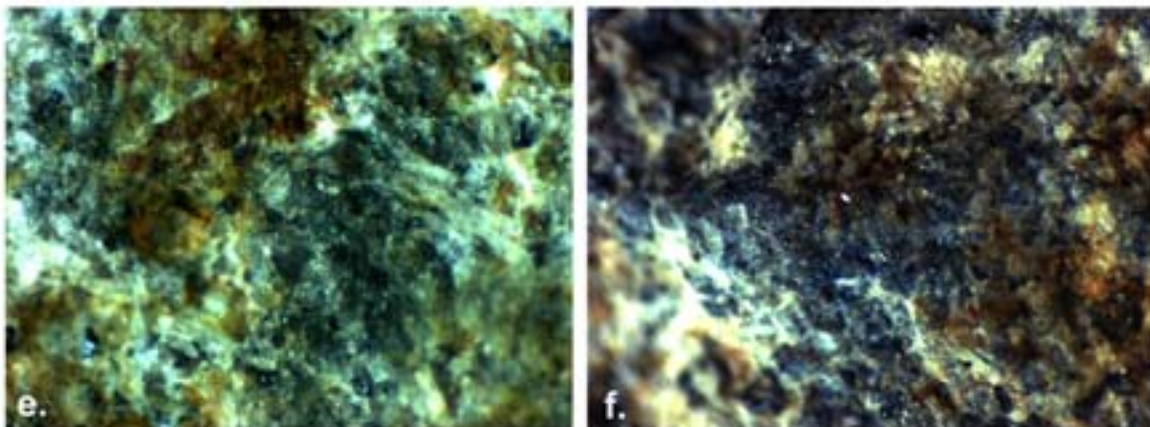
## Le matériel archéologique



### *Les pierres à polir, description des états de surface :*

Exemple de la pièce 2380 : l'usure forme des facettes qui présentent de nombreuses stries parallèles (a. x7) ainsi qu'un lustre léger. A plus forts grossissements, la surface apparaît entièrement régularisée (b. x15), les grains sont en reliefs et émoussés recouverts d'un lustre translucide à localement sombre.

## Référentiel expérimental



### *Interprétation :*

L'usure n'a pas été reproduite expérimentalement cependant, sur de nombreux points, les états de surface peuvent être rapprochés de ceux obtenus lors du travail de la peau avec de l'eau (e. x15 et f. x40). Les stries indiquent par ailleurs la présence d'un agent abrasif.



Sur les deux extrémités, le microrelief est irrégulier, les aspérités forment des petites boules émoussées, elles présentent un lustre prononcé. Des traces d'impacts postérieurs à leur formation sont observés. Cet état de surface indique probablement une utilisation en percussion lancée et posée avec répercutant associé d'une matière contenant des graisses.

### 3.2.3.2. Les pierres à polir

L'assemblage "J. Perrot" comprend une pierre à polir (3396 – 1, niveau Ic) (Planche 78). Nous comparerons cette pièce avec la molette précédemment évoquée (2380 – 1, pour laquelle nous avons proposé le fonctionnement d'une des faces en pierre à polir) ainsi qu'avec trois autres objets typiques présents dans le dépôt de Romema mais pour lesquels nous ne disposons pas d'attribution stratigraphique (M 1000<sup>29</sup> – nc ; M59 1521 – nc ; M59 1627 - 1).

#### *Description morphologique*

Toutes les pièces présentent les caractéristiques suivantes : des facettes d'usure réfléchives sur les faces qui présentent des stries profondes et parallèles indiquant un mouvement de va-et-vient, une cupule centrale sur une ou deux faces, des traces de percussion sur leurs flancs (Planche 78). Sur certains objets, des zones de concentration d'impacts sur les extrémités semblent résulter d'une utilisation en percuteur.

La pièce 1521 – nc est spécifique dans cet ensemble car elle présente des traces d'impacts marquées sur les facettes d'usure certains s'étant développés postérieurement et d'autres antérieurement au lustre.

#### *Caractérisation des états de surface*

La pierre à polir M 1000 n'a pas été prise en compte lors de l'étude à la binoculaire car sa surface est fortement altérée.

Pour les autres pierres à polir, sur les facettes d'usure, le microrelief est fortement régularisé. Les grains sont généralement en relief et émoussés recouverts d'un lustre translucide. Localement, on observe de petites zones où ils sont affectés par un lustre. Ces zones sont plus ou moins développées selon les pièces. Les stries sont profondes et longues. Certaines sont recouvertes par le lustre alors que d'autres lui sont postérieures (Planche 79).

Les cupules sont plus ou moins régulières selon les pièces, cette variabilité nous a conduit à privilégier l'hypothèse d'une formation liée à l'utilisation et non à une mise en forme. Le lustre observé sur les facettes est aussi développé dans les cupules, elles comportent par ailleurs des traces d'impact qui lui sont postérieures.

#### *Interprétation*

Sur les facettes d'usures, les états de surface indiquent une utilisation sans répercutant associé. Les types d'altération observés peuvent être rapprochés de ceux d'un travail de la peau avec une utilisation d'adjuvant. Les stries attestent de la présence d'une matière abrasive qui constitue peut être l'adjuvant utilisé. Aucune pièce ne porte des résidus évidents de ce matériau.

Le fonctionnement de l'outil reste difficile à déterminer. Il y a manifestement utilisation de zones limitées selon un mouvement de va-et-vient, l'objet étant probablement maintenu en biais. Cependant, il reste à comprendre les relations entre les facettes, les cupules centrales et les zones de percussion sur les extrémités développées sur certaines pièces. L'enchaînement chronologique relatif des stigmates nous pousse à envisager l'hypothèse d'une formation "simultanée". Mais, il est difficile de déterminer quel type de travail pourrait entraîner, dans l'hypothèse d'un traitement de la peau, la formation de points d'impact indiquant un contact en percussion lancée avec une matière dure.

#### *Synthèse*

Les pièces présentent des facettes d'usures striées développées sur les faces autour d'une cupule centrale. Le lustre présent sur les facettes est aussi développé à l'intérieur des cupules. On observe généralement des traces de percussion sur leur flanc qui correspondent à un travail de mise en forme (Planche 78).

---

<sup>29</sup> les numéros de décapage "1000" correspondent généralement à un ramassage de surface

Sur les facettes d'usure, les états de surface indiquent une utilisation sans répercutant associé pour le travail de la peau probablement en association avec un agent abrasif.

L'irrégularité des cupules centrales sur certaines pièces nous a amené à privilégier l'hypothèse d'une formation liée à l'utilisation. Nous rencontrons cependant des problèmes pour reconstituer les modes de traitement de la peau qui pourraient être associés aux différents stigmates observés et aux gestes mis en évidence (Planche 79).

### 3.2.3.3. Galets lustrés ou abrasés

L'assemblage comprend par ailleurs :

- un galet de basalte MP2 (2178 – 5, niveau III) portant des traces d'utilisation en percussion lancée des extrémités et des faces en percussion posée. Les états de surface permettent de proposer une utilisation sans répercutant complémentaire pour le travail de végétaux ligneux.
- un autre galet présente les même types de stigmates sur ces faces (3028 – 2, niveau III).

## **3.3. Synthèse de l'étude des outils travaillant en percussion posée diffuse**

Les problèmes inhérents à la gestion de collection ancienne nous ont conduit à travailler sur un petit échantillon de la série des fouilles J. Perrot de Mallaha. Le matériel utilisé en percussion posée représente par ailleurs une faible proportion de l'ensemble analysé.

L'échantillon est essentiellement constitué de pièces provenant du niveau IV correspondant au Natoufien ancien. Les outils retenus pour l'analyse tracéologique sont néanmoins répartis dans l'ensemble des niveaux d'occupation. D'après l'étude générale de la série entreposée au dépôt de Romema, nous pouvons attester que les modes d'utilisation documentés dans cet échantillon sont représentatifs de l'ensemble. Cependant, leur importance relative au sein des différents niveaux d'occupation, en particulier pour le Natoufien récent et final, ne peut être estimée. Par ailleurs, la collecte sélective des objets lors de la fouille ne nous permet pas de réellement travailler sur les modes de gestion de l'outillage. Les données synthétisées ici doivent donc être considérées comme qualitatives.

Un récapitulatif des analyses effectuées par catégorie d'artefact est présenté dans le tableau 59 et le tableau 60. Nous ferons le point sur différents aspects ressortant de cette étude en nous intéressant aux types d'outil et d'activités mises en évidence puis aux modes de gestion de l'outillage.

### **3.3.1. Outillages et activités mises en évidence**

#### 3.3.1.1. Outils actifs utilisés pour le travail de la peau

Des usures relatives au travail de la peau sont attestées dans cette série sur les pierres à polir dont les formes apparaissent standardisées en dépit de certaines variations de l'investissement lors de la mise en forme. Les stigmates d'usage indiquent l'utilisation de zones



successives peu étendues limitées selon un geste de va-et-vient. La présence de cupules au centre des faces reste difficile à interpréter. Le travail est probablement effectué avec un adjuvant de type eau ainsi qu'un agent abrasif. Une usure relative au travail de la peau n'a été retrouvée sur aucun autre type d'artefact à l'exception d'une molette. Pour cette pièce nous envisageons aussi un traitement de la peau avec un adjuvant de type eau, il n'y a pas en revanche de traces d'un contact avec un matériau abrasif.

De probables stigmates de ravivage ont été identifiés sur l'une des pierres à polir.

Ces objets sont représentés dans les phases anciennes de l'occupation ainsi que dans l'assemblage du Natoufien final.

### 3.3.1.2. Outils actifs utilisés pour le travail de végétaux ligneux

Le traitement de végétaux ligneux est documenté sur différentes catégories d'objets comprenant les pièces avec utilisation des flancs, des galets bruts présentant des zones d'abrasion ainsi qu'une molette. Notons que des expérimentations sont nécessaires afin de confirmer l'hypothèse du lien proposé avec des activités de vannerie.

Les gestes d'utilisation sont variables : les pièces avec utilisation des flancs présentent des stigmates d'un emploi en percussion lancée et posée alors que pour les autres, les traces d'un fonctionnement en percussion posée dominant. Néanmoins, la molette montre aussi sur une des extrémités des impacts de percussion.

Les mises en forme peuvent être considérées comme sommaires, la molette représentant probablement l'objet le plus travaillé. Sa morphologie reste proche de celle du bloc d'origine. En revanche, différentes pièces portent des stigmates probables de ravivage.

Ces outils appartiennent majoritairement à une phase ancienne de l'occupation du site (niveaux III et IV). Seule la molette est attribuée au niveau IIa correspondant au Natoufien récent.

### 3.3.1.3. Outils actifs utilisés pour des opérations de broyage

Ce mode d'utilisation est attesté uniquement sur des molettes (deux pièces). Les stigmates d'usage peuvent être interprétés comme étant relatifs au broyage de légumineuses (attribuée au niveau Natoufien récent) sur l'une d'elle et de matières animales sur l'autre (attribuée au niveau Natoufien ancien). Ce dernier mode d'utilisation n'a cependant pas été retrouvé sur un outil passif.

### 3.3.1.4. Outils passifs

Les pièces ayant fait l'objet d'une mise en forme totale (deux objets) montrent une usure relative au broyage de légumineuses. Une meule provient des phases anciennes de l'occupation et la seconde est attribuée au Natoufien final. Les autres objets, datés du Natoufien final, documentent l'exploitation de dalles planes partiellement mises en forme. L'une d'elle n'a manifestement pas été utilisée pour des opérations de broyage et l'autre a probablement été employée pour le travail de matières diverses.

<i>Catégories typologiques</i>	<i>Investissement dans la mise en forme, réemploi</i>	<i>Variabilité morphologique</i>	<i>Fonctionnement</i>	<i>Matière travaillée</i>	<i>Entretien, ravivage</i>	<i>Indices d'utilisation multiple</i>
Molettes (6 objets)	variable, peu de modification de la morphologie du bloc d'origine (galets) comprenant le plus souvent piquetage général et un aménagement des flancs	les molettes sont bifaciales, l'assemblage comprend : - 4 pièces de forme ovale en plan et en section - 2 objets de section plane-convexe	les modes de fonctionnement sont divers : <b>a).</b> fonctionnement en couple (2 objets); <b>b).</b> fonctionnement (2 objets); - deux molettes sont trop altérées pour effectuer une étude tracéologique.	<b>a).</b> travail de légumineuse (1 objet) et de matières animales (1 objet) <b>b).</b> travail de végétaux ligneux (1 objet) et de la peau (1 objet).	<b>a).</b> un cas de ravivage <b>b).</b> un cas de ravivage sur la pièce utilisée pour le travail de végétaux ligneux	<b>b).</b> un cas d'association avec une utilisation des extrémités en percussion lancée
Pierres à polir (2 objets)	mise en forme généralisée	les facettes d'usure sont développées dans un cas sur une face et dans l'autre sur les deux faces.	fonctionnement, utilisation de petites zones selon un mouvement de va-et-vient, problème de la formation des cupules.	travail de la peau avec adjuvant de type eau, présence d'un agent abrasif.	traces de ravivage sur la face sans facettes d'usure d'un des deux objets	—
Galets avec zones d'abrasion ou lustre (5 pièces)	pas de mise en forme	galets de forme ovale en plan et en section	utilisation des faces plane, fonctionnements	- indéterminée pour 2 objets - travail de végétaux ligneux pour 3 objets	—	association avec des traces de percussion lancée sur extrémité pour deux pièces

tableau 59 : synthèse de l'étude des outils fonctionnant en percussion posée diffuse pour le site de Mallaha (fouilles J. Perrot).

<i>Catégories typologiques</i>	<i>Investissement dans la mise en forme, réemploi</i>	<i>Variabilité morphologique</i>	<i>Fonctionnement</i>	<i>Matière travaillée</i>	<i>Entretien, ravivage</i>	<i>Indices d'utilisation multiple</i>
Possibles pilons –broyeurs (2 pièces)	<b>a).</b> galet utilisé brut <b>b).</b> fragment de corps de pilon		<b>a).</b> percussion lancée et posée sur les extrémités <b>b).</b> percussion lancée et posée sur les plans de fracture perpendiculaires à l'axe du corps	<b>a).</b> indéterminée <b>b).</b> matière contenant des graisses		<b>a).</b> utilisation des faces en percussion posée, des flancs en percussion lancée et posée, cupules sur les faces. Les états de surface indiquent le travail de matériaux divers.
Pièces utilisées sur leur flanc (2 objets)	sur galet naturel ou réemploi de fragment d'outil de broyage	faible épaisseur des pièces, formes en plan variables	utilisation des flancs en percussion posée et lancée	travail de végétaux ligneux	—	—
Meules (4 objets)	<b>a).</b> deux fragments de meule entièrement mises en formes ; <b>b).</b> deux dalles dont une non transformée et la seconde ayant fait l'objet d'une mise en forme sommaire.	<b>a).</b> épaisseur des pièces variable, surfaces actives ouvertes	<b>a).</b> fonctionnement en couple <b>b).</b> un cas de fonctionnement probable en support, fonctionnement en couple pour la seconde	<b>a).</b> travail des légumineuses ; <b>b).</b> indéterminée pour les deux dalles	—	—

tableau 60 : synthèse de l'étude des outils fonctionnant en percussion posée diffuse pour le site de Mallaha (fouilles J. Perrot).

Les différents investissements dans la production des outils semblent donc recouvrir des modes d'utilisation divers et pourraient indiquer une spécialisation des outils investis pour le broyage des légumineuses et une utilisation plurifonctionnelle des blocs peu transformés.

### **3.3.2. Éléments pour la caractérisation des modes de gestion des outils utilisés en percussion posée diffuse**

- état de conservation

Les états de conservation des pièces sont variables et l'on note plusieurs cas d'altération forte des surfaces n'autorisant pas une étude tracéologique des pièces.

- matières premières

Les basaltes utilisés se situent plus généralement dans la catégorie des roches à grains grossiers, les basaltes vacuolaires sont très peu représentés.

- mises en forme

Plusieurs objets documentent l'exploitation de bloc naturel de forme proche de celle recherchée. D'autres, telles que certaines meules et molettes ainsi que les pierres à polir, résultent d'un travail plus élaboré. Ces différences ne recouvrent pas des variations typologiques. Au sein de chaque catégorie d'outil, l'investissement dans la production des pièces est variable. Il peut aller d'un simple calibrage ou régularisation de la surface à une transformation générale du bloc d'origine. L'assemblage livre par ailleurs de nombreux objets utilisés bruts.

- cycle utilisation - ravivage

Pour les meules, cette dichotomie entre pièces élaborées et peu investies recouvre cependant une différence dans le mode d'utilisation. En fait, les deux pièces les plus travaillées montrent des états de surface similaires à ceux reproduits lors du broyage de légumineuses. L'interprétation des deux autres objets étudiés est plus problématique, l'un d'eux n'a probablement pas fonctionné comme meule et l'autre pourrait avoir servi au travail de matériaux divers.

Les pierres à polir peuvent être considérées comme des objets standardisés, généralement assez élaborés. Elles présentent des états de surface similaires documentant un travail probable de la peau avec abrasif.

La situation est beaucoup plus complexe pour les molettes. Les matériaux travaillés sont divers. Sur l'ensemble, deux pièces ont fonctionné avec un répercutant associé. L'une d'elles porte des traces pouvant être interprétées comme relative au broyage de matière animale. Or celui-ci n'est pas documenté dans notre échantillon de meule.

Les modes de fonctionnement des galets utilisés bruts apparaissent complexes et variés. Ces objets portent généralement des stigmates d'usage divers. Lorsque l'on arrive à déterminer leur enchaînement chronologique relatif, la reconstitution du mode de fonctionnement apparaît généralement problématique. De façon récurrente, nous nous heurtons à un manque de référentiel concernant les utilisations associant percussion lancée et posée.

Les pièces portant des traces d'utilisation sur leur flanc documentent un fonctionnement en percussion lancée et posée pour le travail de végétaux ligneux. Elles peuvent être rapprochées des objets de même type ou *proto muller* de la grotte d'Hayonim.

Les indices de ravivage et d'entretien des pièces sont très rares dans cet échantillon et concernent essentiellement les molettes pour lesquelles on observe un piquetage des surfaces actives et certaines pièces utilisées sur leur flanc.

- réemploi et recyclage

Plusieurs outils portent différents types de stigmates, ils pourraient constituer des cas de réemploi ou d'utilisation plurifonctionnelle. Le seul indice clair est celui d'un fragment de pilon dont les extrémités fragmentées ont été utilisées pour le travail de la peau.



## Chap. V : Le niveau Natoufien final de Mallaha

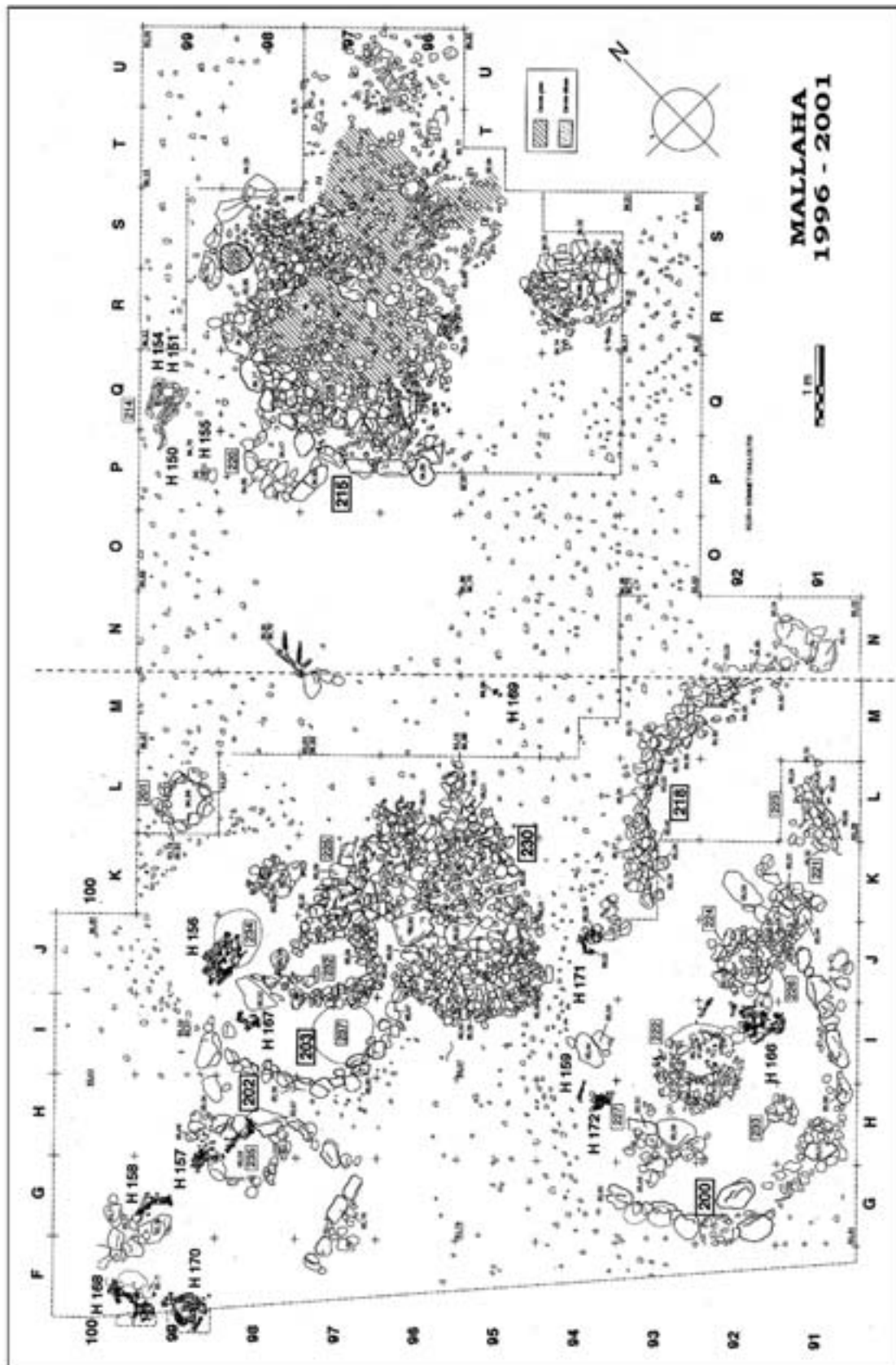


Planche 80 : plan général des principales structures et sépultures mises au jour dans le cailloutis Ib de Mallaha (fouilles 1996 - 2001). D'après Valla et al. (2002).

## Planche 81



a. "poids de filet" (8161-16), galet à double encochage latéral. Chaque encoche semble avoir été produite par plusieurs enlèvements

2 cm



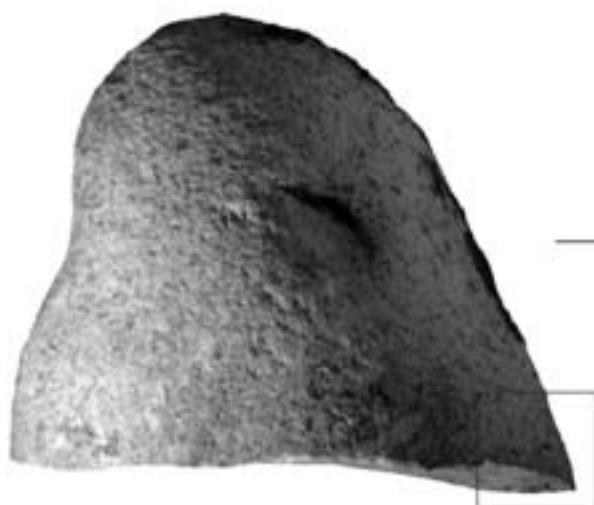
b. galet (8335-2) présentant une facette d'usure sur l'extrémité et des stries se développant aussi sur la face.



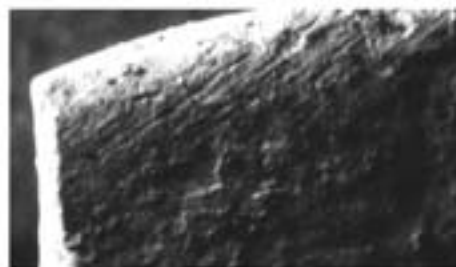
c. petit galet de calcaire (8026-16) présentant des stries.



d. détail de la zone striée



e. "Pseudo-hache" (8171-9)



f. détail à la binoculaire (X8). Stries parallèles indiquant un probable polissage recoupées par des traces de piquetage.



## **Chapitre 5. Le niveau Natoufien final de Mallaha**

### **1. Les fouilles récentes de Mallaha, présentation générale**

Le site de Mallaha a fait l'objet de nouvelles campagnes de fouille dirigées par F. Valla et H. Khalaily entre 1996 et 2001. Une première extension à l'est de la zone étudiée entre 1955 et 1976 avait mis au jour des constructions datant du Natoufien final non observées jusqu'alors. Les nouvelles recherches effectuées sur le site ont eu pour objectifs de mieux connaître son étendue, de documenter la phase finale de son occupation et de réexaminer la séquence stratigraphique définie par Perrot (Valla *et al.*, 1999).

#### **1.1. Méthode de fouille**

Les responsables ont choisi d'effectuer une fouille extensive en planigraphie selon l'approche développée par Leroi-Gourhan pour le site de Pincevent. Cette démarche correspond à la volonté d'une approche paléolithologique du gisement. On recherche en particulier à isoler des "sols" à l'intérieur des structures d'habitats. Le contexte sédimentaire rend leur identification difficile car le remplissage apparaît généralement assez homogène et présente des variations de faciès très localisées (pour une discussion, voir Valla *et al.*, 2001).

La fouille est effectuée par quart de mètre carré dans les structures et par mètre carré dans les zones de cailloutis entre les structures. Chaque décapage correspond à une problématique particulière selon la zone fouillée : passe de 5 cm dans les zones de cailloutis, recherche ou fouille de sol dans les structures, démontage de structure. Les vestiges sont coordonnés en trois dimensions (la taille d'enregistrement est variable selon la catégorie d'objet). Le tamisage est systématique.

#### **1.2. Séquence stratigraphique et organisation spatiale**

Une aire d'environ 130 m<sup>2</sup> a été ouverte au sud-est des fouilles anciennes, une série de prospections magnétiques suggère une extension plus importante du site (Valla et Khalaily, 1997).

Au sommet de la séquence, un niveau la a été identifié constitué d'un sédiment argileux contenant de rares artefacts qualifiés pour la plupart de "récents" (probablement néolithiques). Les fouilles se sont concentrées sur le niveau Ib attribué au Natoufien final. Il se présente sous la forme d'un cailloutis plus ou moins dense au sein d'une matrice brun-rouge.

Les processus de mise en place du cailloutis n'ont pas encore été identifiés. Il est composé de fragments de calcaire anguleux et épais d'une dizaine de centimètres. Plusieurs zones de discontinuité par rapport à cet ensemble ont été mises en évidence : fine passe de sédiment localisée, mosaïque de petits cailloux et d'éclats de silex à proximité d'une tâche cendreuse. Une date radiocarbone donne pour ce niveau  $10.530 \pm 100$  BP.

Les structures apparaissent au sommet du cailloutis (Planche 80). Il s'agit de fosses mais surtout de constructions curvilignes dont la plupart sont creusées et bordées de pierres en calcaire local. Certaines sont associées à de probables trous de poteaux. On note des reprises ainsi que des superpositions. Des sépultures ont été mises au jour dans la partie sud de la fouille en surface du cailloutis, elles semblent avoir été creusées dans une couche aujourd'hui disparue.

La stratigraphie fine de ce niveau natoufien apparaît complexe. Selon F. Valla, plusieurs phases pourraient être différenciées :

1. occupation correspondant au riche assemblage associé au cailloutis lb ;
2. mise en place du cailloutis, épisode long entrecoupé de phases d'occupations ;
3. installations au sommet du cailloutis avec les superpositions qu'on y remarque ;
4. phase de sédimentation aujourd'hui disparue ;
5. creusement des dernières sépultures.

Deux unités stratigraphiques principales sont finalement différenciées dans le niveau lb (Samuelian *in* Valla *et al.* 2001, p.17) : la plus ancienne correspond à la construction 215 et les structures qui lui sont associées, la plus récente aux structures qui affleurent au sommet du cailloutis (218, 200-208 et 223, 203, 202-206).

Ces nouvelles fouilles ont donc permis de mettre en évidence la présence de structures datant du Natoufien final. Elles attestent d'une occupation prolongée ou de plusieurs occupations successives du site à cette période (Valla *et al.*, 2002).

## **2. Le mobilier de pierre, présentation générale**

Cette étude traite des artefacts mis au jour lors des campagnes effectuées entre 1996 à 2000.

### **2.1. Les différentes catégories d'outil et de roches exploitées**

Sur le site de Mallaha, les vestiges classés dans la catégorie "pierre" comprennent l'ensemble des roches autres que le silex et l'obsidienne. Cette classe rassemble essentiellement les fragments et outils en pierre et ne comprend pas les objets de parure (par exemple perle de pierre) et éléments décorés.

### 2.1.1. Les différents types de roches exploités

Outre le silex, différentes catégories de roches ont été apportées et utilisées sur le site de Mallaha. Les plus représentées sont :

- roches volcaniques : basalte et pierre ponce
- roches sédimentaires : calcaire et grès

Dans la mesure où elles constituent, à l'exception du calcaire, des roches différentes du milieu encaissant du site, elles ont toute fait l'objet d'une collecte systématique lors de la fouille. Pour les calcaires, jusqu'en 1999, seuls les artefacts montrant des traces d'utilisation et/ou de transformation ont été conservés ainsi qu'un échantillon de calcaires dont l'origine allochtone paraissait évidente (galets indiquant l'exploitation d'un wadi, calcaire fossilifère). Lors de la campagne 2000, les objets de calcaire ont fait l'objet d'une collecte plus systématique pour différentes raisons (échantillonnage de pierres de foyers, démontage de sols aménagés). Dans le décompte présenté dans le tableau 61 ont été pris en compte pour les objet en calcaire uniquement les roches différentes de celles du milieu encaissant ainsi que les outils.

Roches	fouilles 96 à 99	2000	Total	%
Basalte	1286	429 (2)	1715	85
Ponce	38	14	52	3
Calcaire	48	174	222	11
Grès	2	12 (9)	16	1
Total	1376	629	2005	100

tableau 61 : répartition des grandes catégories de roches de l'assemblage Natoufien final (niveau Ib) du site de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). Les chiffres entre parenthèses donnent le nombre d'objets pour lesquels l'attribution est à confirmer.

Le basalte domine largement l'ensemble des roches collectées (tableau 61). La proximité des sources d'approvisionnement explique, au moins en partie, l'importance de cette roche dans l'assemblage. La part du grès est probablement sous estimée. En effet, cette répartition ne prend pas en compte que les objets coordonnés en trois dimensions, or, le grès apparaît relativement plus représenté dans les refus de tamis.

### 2.1.2. Transformations et utilisations des roches autres que le silex

Les outils en roches autres que le basalte n'ayant fait l'objet d'une étude systématique de notre part que depuis 1998, nous ne présenterons pas ici de décompte général mais une description globale des catégories d'outil et des types de mise en forme reconnus.

#### 2.1.2.1. Le grès

On note la présence d'une pierre présentant des facettes probables d'abrasion planes à légèrement convexes en section. Une utilisation active paraît probable étant données les dimensions de la pièce (elle peut être tenue en main) et la morphologie des facettes d'usure. En général, les pièces en grès sont des fragments ne portant pas de traces évidentes d'utilisation ou de transformation. Le type de grès rouge présent à Mallaha est très fragile, les grains de quartz composant la roche sont peu soudés, celle-ci se désagrège très facilement. Il faut donc supposer une mauvaise conservation des stigmates d'usage et de mise en forme.

### 2.1.2.2. Le calcaire

Les outils reconnus dans l'assemblage des calcaires sont les suivants (Planche 81) :

- des galets plats à encoche(s) latérale(s) unique ou double, ces derniers objets sont souvent classés dans la catégorie "poids de filet" (Planche 81, a.) ;
- des palets ou marels (dont la définition a été donnée lors de l'étude du site d'Hayonim Terrasse) ;
- des galets de forme oblongue évoquant des pilons de petites dimensions et portant des traces de percussions sur une des extrémités ;
- des percuteurs au sens classique du terme, sur galet, présentant des traces d'impacts localisées vers les extrémités ou sur les flancs.

Sur certains objets, un tranchant a été aménagé par plusieurs enlèvements. Les traces de mâchurage affectant ces tranchants témoignent d'une utilisation pour des opérations de percussion lancée sur matériaux durs.

Par ailleurs, plusieurs galets plats présentent des zones de concentration d'impacts linéaires. Selon les données expérimentales de S. de Beaune (1997), nous pouvons proposer l'hypothèse d'une utilisation en percussion indirecte avec une pièce intermédiaire de type lame.

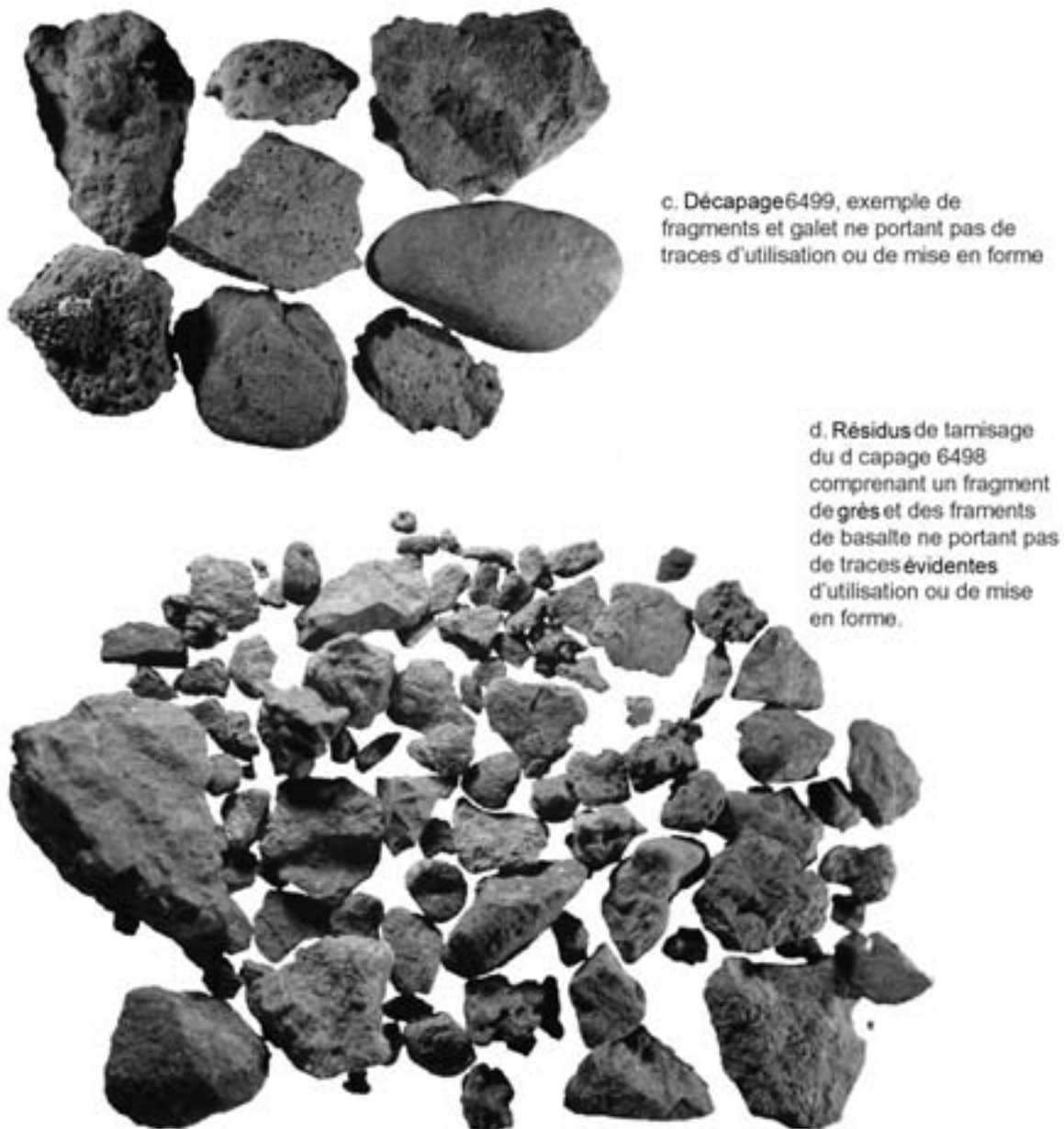
Un petit galet de forme ovale présente une facette d'usure dont la morphologie évoque celle des "*proto-muller*" d'Hayonim Cave. Sur une autre pièce, une facette d'usure est associée à des stries courtes. Ces stigmates pourraient indiquer une utilisation en percussion posée sur ou en association avec une matière abrasive (Planche 81, b.).

- quelques galets portent des lustres prononcés localisés sur la partie néo-corticale de la pièce ;
- quelques pièces montrent stries longues et nettes dont l'interprétation reste problématique (Planche 81, c et d) ;
- plusieurs dalles ainsi qu'un objet de type nucléus / *heavy duty tool* portent des négatifs d'enlèvements témoignant de possibles mise en forme ou aménagement de tranchant ;
- enfin, deux objets dont la forme générale évoque celle d'une hache, présentent des traces de piquetage plus ou moins généralisées ainsi que des zones abrasées plus localisées. Le premier outil de ce type mis au jour était en basalte. Jusqu'ici considéré comme probablement intrusif, la découverte, lors de la campagne 2000, de la seconde

Outils en pierre ponce, d'après Valla *et al.* (1999), photos M.Barazani



Fragments de basalte, photos L. Dubreuil



# Planche 83



a. exemple de fragment de galet lustré



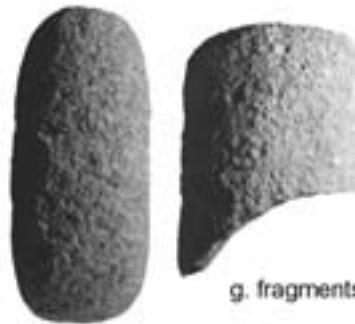
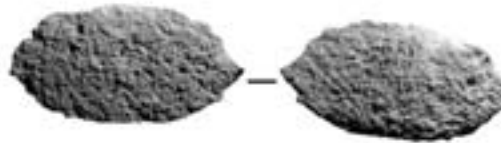
b. éclat présentant des surfaces d'usure en face supérieure



d. pièce bifaciale (6202-7)



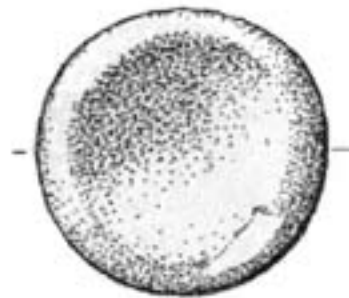
e. deux "bouchardes"



g. fragments de pilon



f. pierres à rainure



5 cm



h. Fragment de grand vase (7767-1)



i. bol entier, d'après Valla et al, 1999 dessin D. Ladiray

"pseudo-hache" en calcaire dans un contexte stratigraphique relativement clair (sol de la structure 200) pourrait remettre en question cette hypothèse (Planche 81, e et f).

Pour conclure sur l'outillage en calcaire, nous constatons que les mises en forme sont peu fréquentes mais diverses. Elles comprennent du façonnage par enlèvements principalement pour l'aménagement de tranchant ou l'encochage mais aussi probablement piquetage et abrasion des surfaces évoquant les techniques utilisées pour la production de haches polies. Les utilisations en percussion lancée directe de galets bruts ou aménagés dominent. Dans la catégorie des percuteurs, on note la présence d'un type particulier d'outil, peut être employé avec une pièce intermédiaire. Quelques objets témoignent d'une probable utilisation en percussion posée diffuse (galet lustré ou présentant des facettes d'abrasion), ils sont peu nombreux.

### 2.1.2.3. La pierre ponce

Ce type de roche comprend certains outils évidents, il s'agit notamment d'une pierre à rainure et d'un anneau (Planche 82, a et b). Mais, d'une façon générale, les traces d'utilisation et de transformations sont apparues difficilement lisibles sur ce type de matière. Certaines formes évoquent nettement des outils pour la plupart classables dans la catégorie des molettes. Cependant, un certain nombre de ces objets présente des surfaces actives concaves en section. Ceci dénote probablement d'une utilisation particulière de ces pièces en pierre ponce.

## 2.2. L'utilisation du basalte

1715 artefacts en basalte ont été mis au jour sur le site de Mallaha pour le niveau Natoufien final (Ib). L'assemblage comprend un nombre important de fragments et galets entiers ne portant pas de traces évidentes d'utilisation ou de transformation. Ces objets représentent un peu moins de 68% de l'assemblage.

Ce chiffre s'explique en partie par l'importante fragmentation du matériel qui entraîne d'une part une surestimation du nombre d'objet et peut générer d'autre part des problèmes de reconnaissance des stigmates d'usage ou de mise en forme (Planche 82, c et d). 95% des pièces ne portant pas de traces évidentes de transformation et/ou d'utilisation sont des fragments, 5% des blocs et des galets entiers. Parmi les fragments, un peu plus de 12% ne présente pas de surface néo-corticale ceci témoignant d'une fragmentation intense du bloc d'origine.

L'étude qui suit traite essentiellement des objets pour lesquels des traces d'utilisation ou de mise en forme ont été reconnues. Nous présenterons en premier lieu une répartition générale de ces objets selon la typologie de Wright (1992a et b).

### 2.2.1. Répartition selon la typologie de Wright

Catégories	Décompte	%
Meules	35	6.3
Mortiers/vaisselles	28	5
Molettes	68	12.2
Pilons	36	6.3
Bouchardes, sphères (pounders)	2	0.4
Galets polis	176	31.8
Pierres à rainure	3	0.5
Outils multiples et outils utilisés bruts	10	1.8
Débitages	61	11
Fragments de matériel de broyage indéterminé	137	24.6
Total	556	100

tableau 62 : répartition des outils et fragments d'outils en basalte du niveau Ib de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000) selon la typologie de Wright.

Les catégories d'objets en basalte reconnues pour le niveau Ib du site de Mallaha comprennent, par ordre d'importance numérique, (tableau 62 et figure 13) : des galets lustrés, les molettes, les objets portant des stigmates de taille, les meules, les pilons, les vases - mortiers, et enfin les pierres à rainure, boules ou sphères de basalte, des outils multiples et roches utilisées brutes.

Tout comme le matériel ne présentant pas de trace d'utilisation ou de mise en forme, l'outillage comporte un fort taux de fragmentation (89% des objets). Ceci a limité les possibilités de détermination typologique, d'où le nombre important de "fragment de matériel de broyage indéterminé". Ce fort taux de fragmentation entraîne par ailleurs une surestimation du nombre réel d'outils. Il gêne l'interprétation de la représentation relative des différentes classes d'artefact.

Nous décrivons dans les sections suivantes chacune des catégories d'outils distinguées dans notre classification.



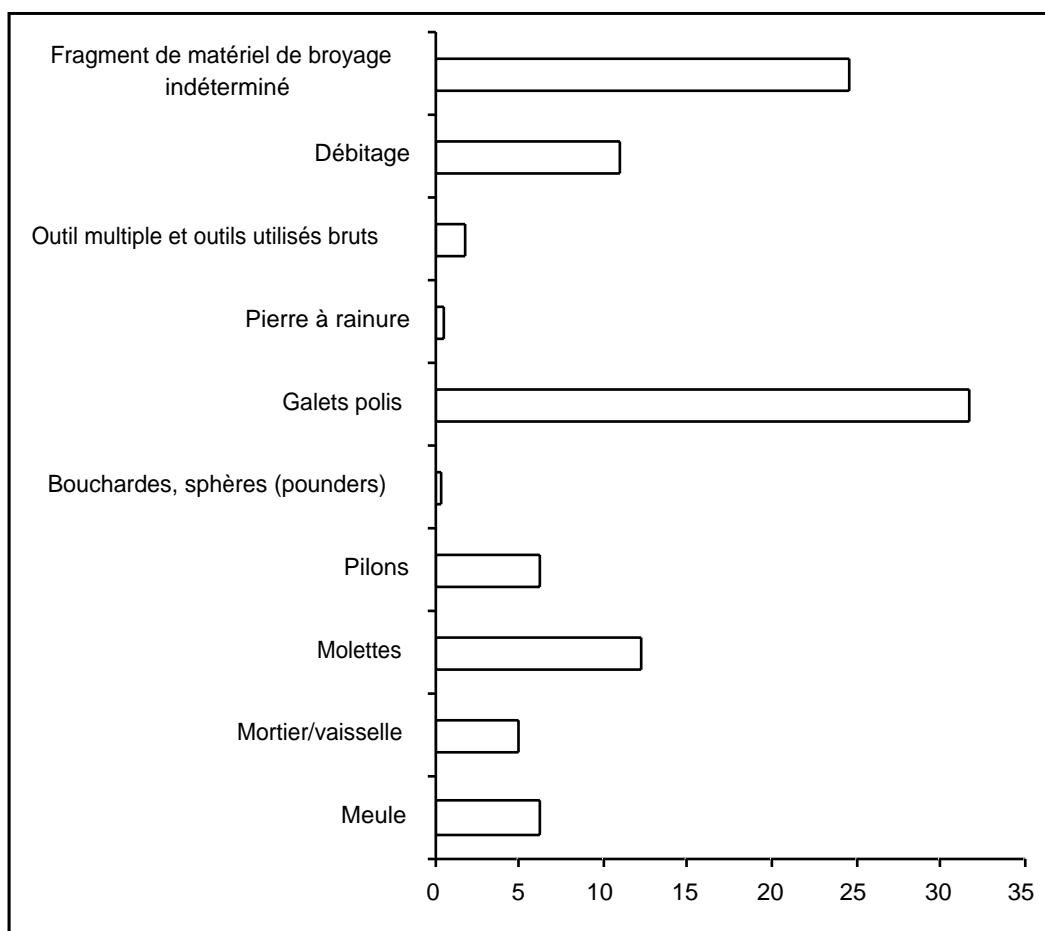


figure 13 : histogramme de répartition de l'assemblage des outils et fragments d'outils en basalte du niveau Ib de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000) selon la typologie de Wright (données en pourcentages).

### 2.2.1.1. Les galets polis

La série comprend un nombre important de galets bruts portant des lustres (catégorie F : galets polis, Planche 83, a). Les artefacts classés dans cette catégorie présentent des états de surface plus ou moins réfléchissants qui peuvent être localisés ou étendus à toute la pièce. Ces états de surface ont été observés en grande majorité sur un même type de basalte récolté sous la forme de galet. Ils affectent exclusivement sur les parties néo-corticales, en grande majorité de morphologie convexe en section. On note un seul cas pour lequel le lustre est développé sur une surface concave. Pour un objet, il est associé à de l'ocre.

Enfin, deux objets présentent des traces de piquetage associées à un lustre. Il n'a pas été possible de déterminer s'il s'agissait d'un piquetage préalable de la surface ou de traces d'impacts liées à une utilisation.

### 2.2.1.2. Autres objets utilisés bruts

- les pièces présentant des zones d'abrasion (5 objets) : on observe des zones où le néocortex a été arasé et sur lesquelles le microrelief est fortement régularisé. Ces états de surfaces sont parfois associés à des stries ou encore à un léger lustre. Ces zones d'usure sont planes à légèrement convexes, concaves pour un des objets. Pour une pièce, l'usure entraîne la formation d'une petite facette biseautant, au niveau d'une extrémité, la morphologie naturelle du galet.
- un galet porte des traces d'impacts sur le flanc entraînant un aplanissement de l'angle formé par le recouvrement des deux faces principales. Les stigmates affectent aussi une arête formée la fragmentation de la pièce entraînant un "mâchurage" de celle-ci ainsi que le détachement de petites esquilles. Il semble que l'on ait recherché des zones présentant des angles aigus. L'exploitation d'une arête formée par un plan de fracture indique une poursuite de l'utilisation après une fracturation de la pièce.
- quatre objets peuvent être considérés comme de possibles outils multiples. Il s'agit de fragments de galet associant des traces de lustre sur leurs faces planes principales et des traces d'impacts, parfois de petits enlèvements, au niveau des extrémités.

Cinq pièces non transformées ont été classées dans la catégorie des pilons en raison de leur morphologie générale et de la nature et localisation des traces d'usure (voir partie sur le matériel de broyage).

### 2.2.1.3. La catégorie débitage

La catégorie débitage comprend des éclats, des fragments présentant des négatifs d'enlèvements, ainsi que des objets mis en forme par enlèvements (façonnage ou retouche) (tableau 63).

Types	Décompte
éclats	49
Fragments présentant des négatifs d'enlèvements	9
Objets mis en forme par enlèvements	3

tableau 63 : répartition des objets classés dans la catégorie "débitage" du mobilier de pierre de Mallaha, niveau Natoufien final (Ib), fouilles F. Valla et H. Khailily (campagnes 1996 à 2000).

#### *Les éclats*

La série comprend 49 éclats, sont incluses dans ces décomptes des pièces mentionnées "probables". Les stigmates de taille (cône incipient, bulbe de percussion) sont en effet difficilement lisibles sur le basalte. Pour 11 pièces, (soit 22,5%) la face supérieure est non

corticale (avec des nervures), partiellement corticale pour 3 (soit 6%). 4 objets présentent en face supérieure une surface d'usure et 3 des traces de mise en forme par piquetage et abrasion (Planche 83, b). L'ensemble comprend 7 éclats sires (et probables). On note dans l'ensemble un talon esquillé ainsi qu'un possible cas de retouche (de type encoche).

La série apparaît donc assez hétérogène, plusieurs hypothèses (non exclusives) peuvent être envisagées :

- celle d'une production intentionnelle d'éclats de basalte ;
- les éclats pourraient résulter du façonnage, de l'entretien ou de l'utilisation d'outils de broyage ;
- enfin, il faut aussi envisager l'hypothèse d'une fracturation accidentelle. Il est cependant peu probable que ceci concerne l'ensemble de la collection.

L'étude des pièces présentant des négatifs d'enlèvements (9 objets) peut nous aider à tester l'hypothèse d'une production intentionnelle d'éclats de basalte.

#### *Les pièces présentant des négatifs d'enlèvements*

Les stigmates lisibles sont généralement des nervures et de légères concavités plus rarement les points d'impact et lancettes. Il est en général difficile de suivre ces négatifs sur tout leur développement en raison de l'état de fragmentation des objets. Sur aucune pièce il n'a été possible d'identifier un plan de frappe utilisé pour le débitage de plusieurs éclats, ou encore une organisation quelconque du débitage. Pour une pièce, ces négatifs d'enlèvements sont associés à de nombreux rebroussés ainsi qu'à des traces de rubéfaction sur la partie néo-corticale pénétrant légèrement dans la matière. La fracturation pourrait être liée à une chauffe de la pièce.

L'interprétation de ces pièces est donc problématique, il est difficile de considérer qu'elles constituent des fragments de nucléus.

#### *Les objets façonnés par enlèvements ou retouchés*

L'assemblage des basaltes comprend deux objets remarquables façonnés par enlèvements. Le premier est une pièce à retouche couvrante bifaciale dont la morphologie générale rappelle celle d'une pointe (Planche 83, c).

La pièce 7821 – 2 apparaît assez singulière dans cet assemblage. Elle pourrait être considérée comme un outil de type "*heavy duty tool*". Elle est fragmentée et la partie conservée présente une morphologie de tête de hache. L'arête formée par le recoupement des deux faces est en grande partie "mâchurée", elle présente des traces d'impact et de petits rebroussés. Ses traces semblent postérieures à différents enlèvements qui se développent sur les deux faces. Une des faces est entièrement émoussée, sur la seconde, on note la présence de petites plages néocorticales présentant de possibles traces de piquetage.

Le dernier objet classé dans cette catégorie (7983-3) est une probable partie proximale d'éclat présentant une retouche continue sur un bord.

#### 2.2.1.4. Les bouchardes ou pounders

La catégorie des "bouchardes" comprend deux pièces de forme sphérique plus ou moins régulière, entièrement piquetées (Planche 83, d). Un des objets présente une facette d'usure indiquant une possible utilisation en percussion posée.

#### 2.2.1.5. Les pierres à rainure

Il s'agit de trois fragments dont un porte un décor incisé. La morphologie des rainures, observable sur deux pièces, est de section transversale concave (en forme de U) et convexe en section longitudinale (Planche 83, e)

#### 2.2.1.6. Le matériel de broyage

Les objets regroupés dans la catégorie "matériel de broyage" (pilons, mortiers, meules et molettes) dominent l'assemblage. Dans cet ensemble, les molettes présentent le plus fort effectif, bien qu'il faille rappeler que nous raisonnons ici sur une majorité de fragments. Des remontages ont été tentés pour les meules et molettes de l'assemblage issu des fouilles 1996 à 1998, peu de pièces ont pu être reconstituées.

Types	Décompte	Pourcentage
Meules	35	11,5
Vases - Mortiers	28	9,2
Molettes	68	22,4
Pilons	36	11,8
Fragments indéterminés	137	45,1
Total	304	100

tableau 64 : l'assemblage des outils de broyage du niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

Parmi les 36 objets classés dans la catégorie des pilons, 5 n'ont pas été mis en forme. Ce sont des galets de forme allongée présentant des traces de percussion, généralement sur une extrémité, situées dans l'axe d'allongement de la pièce. La morphologie des pièces, la nature et la localisation des traces d'utilisation nous a conduit à les considérer comme ayant fonctionné comme pilons.

Parmi les 31 pièces mises en forme, la plupart sont des fragments présentant une extrémité active (Planche 83, f). Deux pièces peuvent être interprétées comme des éclats emportant une partie de l'extrémité de l'outil, probablement détachés lors de l'utilisation. Un des pilons présente sur une extrémité le négatif d'un enlèvement de ce type. Il y a peu de pièces entières, cependant, l'assemblage témoigne d'une grande variabilité dans les dimensions. Les morphologies des extrémités actives sont elles aussi variables : surface relativement large et plane, plus fréquemment en forme d'ogive à fortement appointée.

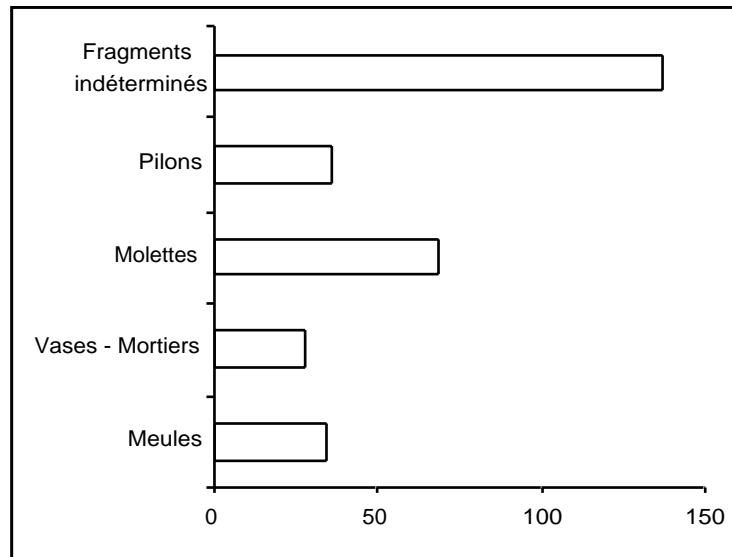


figure 14 : histogramme de répartition des outils de broyage en basalte du niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

Les outils de type pilons-broyeurs s'isolent néanmoins nettement par leurs dimensions du reste des pilons.

L'ensemble des vases - mortiers est composé essentiellement de fragments, seule une pièce est entière. Il s'agit d'un petit bol (Planche 83, g). Généralement, il est difficile d'estimer les dimensions des pièces en raison de l'état très fragmentaire de la série. Un objet est probablement attribuable à un vase de grande taille (Planche 83, h). Ce fragment constituait une pierre de construction de la structure 202.

Les artefacts classés dans la catégorie des meules et molettes seront décrits dans la partie suivante. L'étude des pilons – broyeurs sera effectuée avec celle des molettes (catégorie générale des percutants).

## 2.2.2. Les différents types de basalte utilisés

### 2.2.2.1. Description

Un échantillon des principales matières différenciées a été analysé et décrit par le Dr Sergio Peltz (Geological Survey of Israel). Les catégories peu représentées n'ont pas été retenues pour cette analyse (classées "Par").

Sept types principaux de basalte ont ainsi été distingués :

Types	Descriptions
MP1	basalte à pyroxène et olivine
MP2	trachybasalte poreux à pyroxène et iddingsite
MP3	basalte à iddingsite (récolté sous forme de galets)
MP5/0	trachybasalte / basalte vacuolaire à olivine – iddingsite
MP5/1	basalte vacuolaire à iddingsite et pyroxène
MP5/2	basalte vacuolaire à olivine
MP8	basalte compacte à pyroxène et andésite

tableau 65 : les différents types de basalte représentés dans le niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

Les types 1 et 2 représentent des basaltes peu vacuolaires à gros cristaux, les formes allongées dominant pour le type 1 (aspect de paillettes).

Les roches de type 3 sont des basaltes à grains fins, d'aspect très pulvérulent (les grains semblent se détacher très facilement). Les plans de fracture révèlent une organisation sous forme de petites sphères ou de litages.

Les basaltes classés 5 concernent les roches les plus vacuolaires, différents types sont distingués en fonction de leur composition minéralogique.

Les basaltes classés 8 sont les plus homogènes de l'assemblage : les cristaux sont fins et paraissent très soudés. Dans la majorité des cas, ce type de basalte ne présente pas de vacuole observable à l'œil nu.

En ce qui concerne les sources d'approvisionnement, des études par datations potassium/argon (Weinstein-Evron *et al.* 1995 et 1999) ont indiqué l'utilisation de sources diverses et en particulier de gîtes situés sur les marges est de la vallée du Rift dans le Golan. Il n'y a apparemment pas d'indices d'exploitation des sources les plus proches dans l'échantillon analysé.

#### 2.2.2.2. Représentation des différents types de basalte dans l'assemblage

Pour la suite des analyses, les matières les plus vacuolaires de type 5 ont été regroupées.

La matière 3 est la plus abondante en nombre d'objets (près de 33%) dans l'échantillon étudié (tableau 66 et figure 15). Viennent ensuite, par ordre décroissant, les types 2 (plus de 23%) et 5 (environ 17%).

Une répartition en fonction des poids donne une représentation sensiblement différente. Les matières 5, 3 et 8 y sont sous-représentées tandis que les matières 1 et 2 sont sur-représentées. La matière 2 domine. Plusieurs hypothèses peuvent être proposées : ces différences peuvent traduire une fragmentation différentielle des types de basalte, liée à la roche elle-même ou encore à son utilisation. Elles peuvent aussi traduire des différences dans

les modes d'approvisionnement : un apport de matière en petit module, comme pour les galets, ou de gros blocs.

Matière	Décompte	%	Masse (g)	%
1	57	10.3	20 923.6	16.6
2	131	23.6	41 022.1	32.5
3	182	32.7	36 692.1	29.1
5	94	16.9	14 764.5	11.7
8	65	11.7	9 624.5	7.6
Par	14	2.5	1 141.1	0.9
Indet	13	2.3	2 066.6	1.6
<b>Total</b>	<b>556</b>	<b>100</b>	<b>126 234.5</b>	<b>100</b>

tableau 66 : répartition des différents types de basalte dans l'assemblage des outils du Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

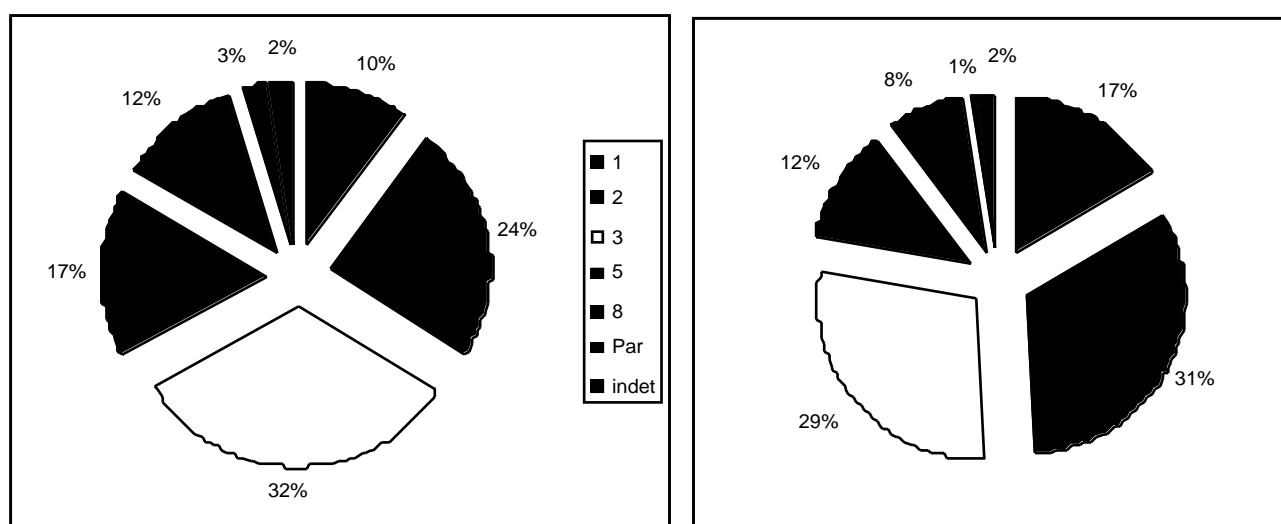


figure 15 : graphiques de répartition des types de basalte dans l'assemblage des outils du Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000) selon le nombre d'objets (à gauche) et la masse totale (à droite).

Les basaltes de type 3 se présentent majoritairement sous la forme de galets. L'importance de cette matière indique une exploitation significative de cours d'eau. Les états de surfaces des pièces montrent plus généralement l'exploitation de différentes sources notamment de blocs se détachant des affleurements. En général, on remarque un choix orienté vers des roches à grains grossiers et de cohésion moyenne. Les roches peu à non vacuolaires dominent.

Différentes qualités de basalte peuvent se retrouver sur le même affleurement. Des échantillonnages sur les sources potentielles d'approvisionnement seraient nécessaires afin de déterminer si une sélection a été effectuée ou si cette répartition reflète la variabilité interne des sources exploitées.

### 2.2.2.3. Répartition en fonction des catégories d'outils

Catégorie	1	2	3	5	8	PAR	indet	Tot.
Meule	2	16	6	7	3	0	1	35
Motier/vaisselle	5	14	0	8	0	0	1	28
Molette	13	21	13	12	7	1	1	68
Pilon	5	15	5	3	8	0	0	36
"Pounder"	0	1	1	0	0	0	0	2
Galet polis	0	1	144	7	8	8	8	176
Autres outils utilisés bruts	0	1	6	2	1	0	0	10
Pierre à rainure	0	1	0	0	1	0	1	3
Débitage	5	13	0	3	36	3	1	61
Fragment de matériel de broyage indéterminé	27	48	8	52	0	2	0	137
<i>Total</i>	<i>57</i>	<i>131</i>	<i>182</i>	<i>94</i>	<i>65</i>	<i>14</i>	<i>13</i>	<i>556</i>

tableau 67 : tableau de contingence entre les catégories d'outil et les types de basalte pour le niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

Nous n'observons pas d'association stricte entre une certaine matière et un type d'outil. Cependant, des associations privilégiées sont constatées :

- environ 82% des galets portant des lustres sont retrouvés sur la matière 3. Deux hypothèses peuvent être envisagées : celle d'une origine anthropique des lustres (il y aurait sélection d'une certaine qualité de roche pour une utilisation précise), ou naturelle (les traces correspondraient à une altération particulière de cette roche qui peut paraître très fragile en surface). En faveur de la première hypothèse, il faut mentionner le fait que tous les fragments de basalte de type 3 ne portent pas de trace de lustre.



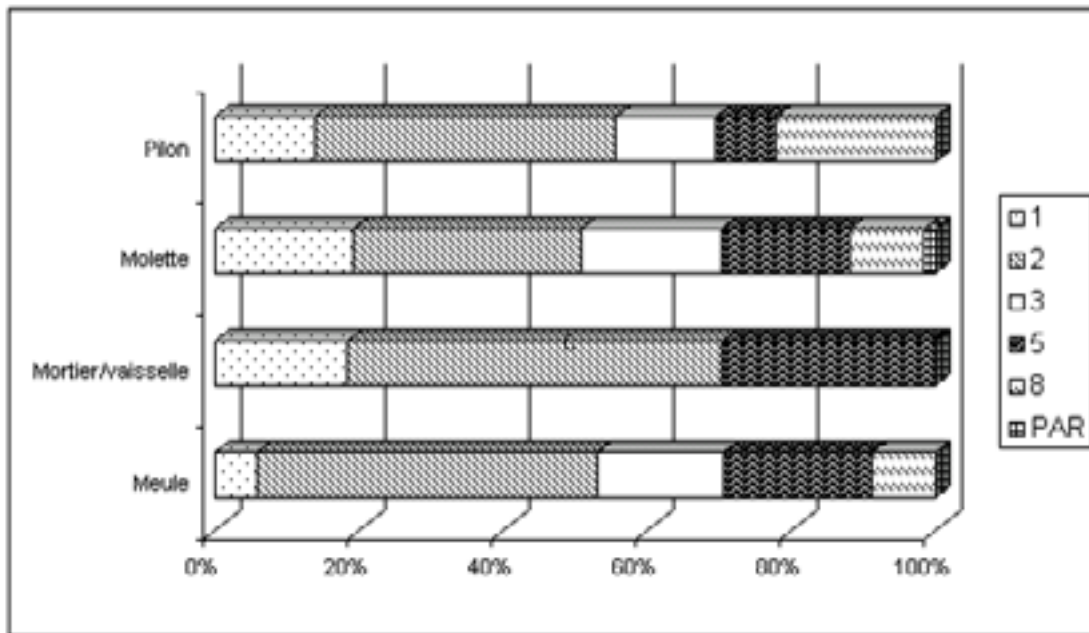


figure 16 : graphique de répartition des outils de broyage en fonction des types de basalte pour le niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

- plus de 59% des outils classés dans la catégorie "débitage" sont en basalte de type 8. Cette matière est la plus homogène et par conséquent la plus susceptible de présenter des stigmates de taille clairs. Ceci explique probablement les résultats obtenus. Cependant, si des éclats ont été recherchés, il est probable que les Natoufiens aient sélectionné des qualités de basalte très homogènes plus aptes à la taille, permettant d'obtenir des tranchants fins et réguliers. La pièce bifaciale déjà mentionnée a été façonnée dans un basalte non vacuolaire à grains fins et bien soudés.

- plus de la moitié de l'effectif des pilons est répartie entre deux matières différentes (qui ne sont pas les matières dominantes) : les types 2 et 8 (figure 16). Les matières vacuolaires sont très peu représentées. Les molettes ont elles aussi été préférentiellement réalisées sur des matières peu à non vacuolaires. Les basaltes de type 1 et 2 présentant des grains plus grossiers et des plans de fracture non lisses (granuleux) ont été plus particulièrement utilisés. Ils comportent des vacuoles de petites tailles. Les matières les plus homogènes sont les moins bien représentées. On retrouve cette dernière tendance pour la catégorie des meules avec un choix qui apparaît plus large que celui des molettes.

- les basaltes vacuolaires (type 5) sont en revanche sur représentés dans la classe des vases - mortiers. Un grand nombre se retrouve dans la catégorie "matériel de broyage indéterminé", ce qui témoigne d'une fragmentation intense de cette matière.

## **2.3. Synthèse de l'étude du mobilier de pierre du niveau Ib de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalayli)**

Le basalte apparaît comme la roche préférentiellement utilisée par les Natoufiens du niveau Ib pour la production de l'outillage en pierre. Différentes roches ont par ailleurs été exploitées, manifestement pour des utilisations différentes. Ceci est particulièrement net lorsque l'on compare le calcaire et le basalte. Le calcaire a été exploité principalement sous la forme de galets pour confectionner des "poids de filet" ou en tant que percuteur. Le basalte a été utilisé préférentiellement pour la production de matériel de broyage et peut-être pour des travaux de percussion posée diffuse (galets lustrés).

Les différents types de basalte témoignent d'un approvisionnement à partir de sources diverses principalement des lits de rivière et des roches se délitant naturellement des affleurements. Nous ne pouvons évaluer dans quelle mesure une sélection a été effectuée au sein de ces sources. Les transformations opérées sur cette roche comprennent peut-être du débitage (recherche d'éclats), mais le façonnage pour la fabrication de matériel de broyage domine. Malgré la présence d'éclats nous pouvons considérer que la production de cet outillage n'a pas été effectuée sur place : on ne retrouve pas de préformes, les éclats sont de petite taille et une majorité d'entre eux dans un basalte très compact qui n'a été que peu employé pour la réalisation d'outils de broyage.

Cette catégorie d'outil est la plus importante parmi l'ensemble du matériel transformé. Les formes plates (meules - molettes) dominent par rapport aux formes creuses, cependant l'état de fragmentation de l'outillage empêche d'évaluer réellement leur importance relative. Pour certains de ces outils (molettes, meules et pilons) la préférence semble aller à des matières peu à non vacuolaires, mais nous n'avons pas identifié une sélection exclusive d'une qualité de basalte.

L'échantillon retenu pour l'analyse tracéologique comprend les meules, les molettes ainsi que les pilons – broyeurs.

## **3. L'assemblage des meules, molettes et pilon-broyeurs**

Nous présentons ici une classification du matériel en fonction de son état de fragmentation. Cette description préalable de l'assemblage permettra d'évaluer les limites que ceci impose à l'analyse des formes.

La classification des fragments présentée ci-dessus est fondée sur la présence de parties anatomiques caractéristiques (face(s) d'usure, flancs de la pièce, présence des deux faces opposées principales).

Au sein de l'assemblage, ont été distingués les fragments présentant (Planche 84 c à f.) :

- uniquement une surface d'usure ;
- une surface d'usure et une partie du flanc de la pièce ;

Deux exemples de pilons/broyeurs

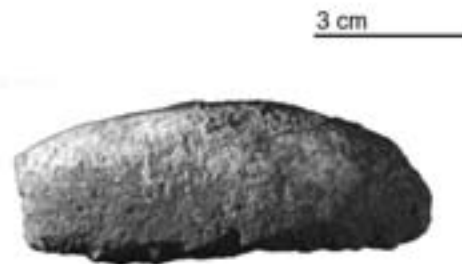
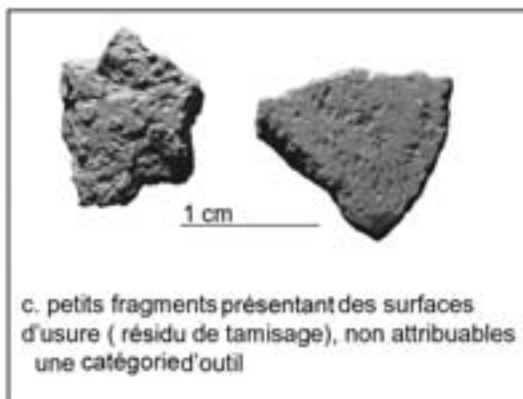


a. pièce 7568-1



b. pièce 6684-2

Différents états de fragmentation



d. 5282-4, fragment présentant une surface d'usure et une partie du flanc, classable dans la catégorie des molettes

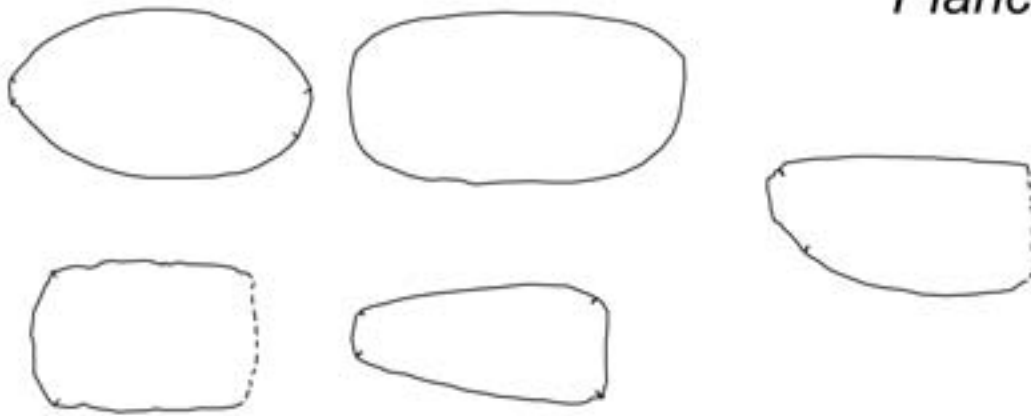


e. pièce 8435-13, molette fragmentée



f. pièce 7784-4, molette entière

## Planche 85

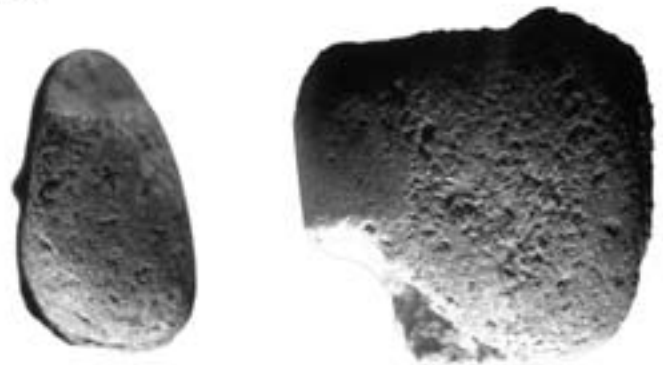


Exemples de variabilité des formes en section (les pointillés indiquent des zones de fractures, les traits internes les limites des surfaces actives).



Molette 8055 présentant deux surfaces actives superposées

Molette 7402-2, un des faces présente des traces de ravivage par piquetage ; l'usure est développée sur un des flancs de la pièce (à gauche) et forme une facette.



Molette 5522-2 sur support peu modifié, la mise en forme est limitée à l'aménagement d'une surface active, elle comprend un piquetage de la face et un mâchurage des bords de cette face.

- les deux faces principales opposées de l'objet ;
- les fragments présentant deux faces principales ainsi qu'une partie du flanc de la pièce ;
- enfin les objets entiers ou présentant une fracturation inférieure au quart du volume total ont été spécifiés dans la base de données.

Type de fragment	Percutants	Répercutants
présentant une surface d'usure	15	4
une surface d'usure et une partie du flanc	4	6
deux faces opposées	3	3
deux faces opposées et une partie du flanc	41	18
pièces entières ou avec petite fracturation	5	4 (1)
Total	68	35

tableau 68 : classification des percutants et répercutants de type meule, molette et pilon-broyeur en fonction de l'état de fragmentation, niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles f. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

Une description morphologique complète des pièces n'est pas envisageable pour les trois premières catégories de fragment (tableau 68). Cependant, plus de la moitié des fragments présente deux faces opposées et une partie du flanc. Pour la majorité de ces objets, il est possible de travailler sur un certain nombre des critères pris en compte pour l'étude de la variabilité morphologique de l'assemblage.

### **3.1. Les percutants : molettes et pilons – broyeurs**

#### **3.1.1. Etude morphologique**

##### **3.1.1.1. Deux formes principales de percutants**

Deux morphologies principales de percutant travaillant en percussion posée et ayant fait l'objet d'une mise en forme ont été identifiées dans l'assemblage de Mallaha (Planche 84) :

- une forme plate, circulaire, ovale ou rectangulaire en plan travaillant essentiellement sur les grandes faces : les molettes ;
- une forme allongée conique ou cylindrique, les surfaces d'usure se localisant sur les extrémités correspondant aux plus petites faces de l'objet : les pilons/broyeurs.

##### *Les pilons-broyeurs*

Nous présentons brièvement les pilons-broyeurs qui ne seront pas toujours pris en compte dans les analyses suivantes. Six objets ont été classés dans cette catégorie. Un objet est classé possible molette ou pilon-broyeur, il s'agit d'un fragment présentant une surface d'usure et une petite partie du flanc de la pièce. Sa forme générale ne peut être estimée. Deux ont une forme générale conique et les trois autres une forme ovale en section. Quatre des

diamètres estimés des faces d'usure sont proches de 5 cm, le dernier est d'environ 4 cm. Les deux faces opposées ne sont observables que sur deux des six pilon/broyeurs, une de ces pièces ne présente qu'une surface d'usure.

La distinction entre pilons/broyeurs et molette n'a pas toujours été possible, elle est en particulier difficile dans le cas des fragments ne présentant qu'une surface d'usure. Les dimensions des pièces laissent supposer, pour une majorité de cas, un rapprochement avec les outils de type molette.

#### *Les molettes : classification selon la typologie de Wright*

Dans cette typologie (Wright, 1992a et b), les molettes sont classées des numéros 24 à 64, les descriptions mentionnent en premier lieu si la molette est bifaciale ou unifaciale, puis les formes en plan et en section séparées d'un trait.

Description	Code	Décompte
Bifaciale, discoïde - ovale	24	15
Bifaciale, discoïde - plano-convexe	27	5
Bifaciale, ovale - lenticulaire	33	1
Bifaciale, ovale - plano-convexe	35	1
Bifaciale, ovale allongée - lentille	41	1
Bifaciale, rectangulaire - ovale	48	1
Bifaciale, rectangulaire - plate	52	1
Bifaciale rectangulaire - forme de coin	53	1
Unifaciale discoïde	59	2
Unifaciale ovale	60	1
Unifaciale rectangulaire	61	1
Fragment de molette	63	32
Pilons/molettes	139	6
Total		68

tableau 69 : classification en fonction de la typologie de Wright de l'assemblage des molettes et pilons/broyeurs de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et h. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

Dans le groupe des molettes, l'assemblage est très peu diversifié puisque seul 11 types différents y sont représentés sur les 38 distingués par l'auteur (tableau 69, Planche 85). On observe une nette dominance des formes discoïdes - ovales. Les objets entrant dans la catégorie "fragment de molette" sont des pièces plus ou moins morcelées qui ne peuvent être classées dans un type précis.

### 3.1.1.2. Etude des variations morphologiques

#### Les dimensions des objets

Etant donnée l'importante fragmentation du matériel, nous ne pouvons comparer les dimensions des percutants. Cependant, l'examen des pièces nous a conduit à supposer la présence de volumes originels entiers de dimensions variables. Afin de tester cette hypothèse, nous comparons ici les mesures des objets entiers et celles des fragments (tableau 70 et tableau 71). Les mesures ont été prises de façon orientée : les longueurs et largeurs correspondent aux dimensions maximales de la ou des surfaces d'usure.

Références	long	larg	ep	poids
6420 - 1	7.9	7.6	4.3	425
6694 - 3	7.5	7.3	3.8	310
7784 - 4	8.9	8.9	5.2	581.3
8055 - 9	11	8.7	5.7 b	sup 610

tableau 70 : dimensions et poids des molettes entières, Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

Classes de dimensions	long.	larg	ep.
0-2 cm	2	6	8
2-4	13	18	26
4-6	15	23	32
6-8	20	15	1
8-10	13	5	
10-12	4		
min.	2	1.7	0.5
max.	11.6	9.6	6.5

tableau 71 : distribution (par intervalles de 2cm) des longueurs, des largeurs et des épaisseurs des fragments de répercutants (molettes et pilons/broyeurs) de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

La majorité des fragments ont des dimensions inférieures à celles des objets entiers de référence (tableau 71). Cependant, les valeurs maximales des longueurs, largeurs et épaisseurs mesurées sur les fragments attestent de la présence de pièces de volume important. Ceci démontre l'existence d'une certaine variabilité dans les dimensions des objets même si elle reste difficile à estimer. Elle peut être précisée par les estimations des diamètres des pièces de morphologie circulaire en plan.

La distribution des diamètres prend en compte les mesures prises sur les pièces entières ainsi des estimations faites à l'aide d'un abaque sur les fragments (tableau 72). Elle porte sur les molettes et les pilons/broyeurs, soit un total de 29 pièces.

La distribution est assez étendue et l'assemblage apparaît moins homogène de ce point de vue, les plus forts effectifs se situant entre 7 et 11 cm. Les plus petits diamètres correspondent aux broyeurs. Ce sont les diamètres de la plus petite face, pour les grandes faces les dimensions sont comprises entre 5 et 6 cm. Le plus grand diamètre estimé est de 15 cm, il correspond à un objet très classique : une molette à deux faces d'usure opposées symétriques, ronde en plan et ovale en section. Il se distingue par la morphologie de sa bordure qui est linéaire, les faces d'usure se rejoignant presque.

Diamètre	Décompte
3-4 cm	2
4-5 cm	0
5-6 cm	3
6-7 cm	3
7-8 cm	5
8-9 cm	5
9-10 cm	2
10-11 cm	6
11-12 cm	0
12-13 cm	1
13-14 cm	1
14-15 cm	0
15-16 cm	1
<i>Total</i>	<i>29</i>

tableau 72 : distribution des diamètres des molettes et pilons-broyeurs de forme discoïde en plan de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

### *Morphologies en plan et en section :*

Parmi les molettes, deux types principaux de forme en section peuvent être distingués (Planche 85) :

- les formes arrondies, dans lesquelles on distingue discoïdes ou ovales
- les formes de type quadrilatère

Trois pour les formes en section :

- ovale
- de type quadrilatère
- les formes plano – convexes, il n'y a en général pas de bordure marquée sur ces objets.

Pour l'étude des corrélations entre les formes en plan et en section nous éliminerons les indéterminés (22 pour les formes en plan et 22 pour les formes en section) : on raisonne alors sur 40 objets.

Formes en plan	Formes en section			
	ovale	quadrilatère	plano/convexe	<i>total</i>
discoïde	15	2	7	<i>24</i>
ovale	5	0	2	<i>7</i>
discoïde/ovale			2	<i>2</i>
quadrilatère	2	5	0	<i>7</i>
<i>Total</i>	<i>22</i>	<i>7</i>	<i>11</i>	<i>40</i>

tableau 73 : tableau de contingence entre la morphologie en plan et en section des molettes de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

L'association dominante est celle des formes discoïdes en plan et ovales en section (tableau 73). Pour les formes en section, l'assemblage apparaît cependant plus diversifié que pour celles en plan où les formes arrondies dominent nettement.



### Nombre et disposition des surfaces d'usure

Sont pris en compte ici les catégories de fragment présentant au moins deux surfaces opposées.

Type de fragment	Nombre de surface d'usure					
	1 et face concrétionnée	1	2	3	4	Total
2 faces opposées	0	0	3	0	0	3
2 faces et flanc	7	4	27	1	1	40
entier	2	0	4	0	0	5
<i>total</i>	8	4	34	1	1	48

tableau 74 : nombre de surface d'usure sur les percutants de type molette présentant deux faces opposées (soit 48 objets), Mallaha, niveau IB (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

Lorsque l'objet comporte deux faces opposées, ces surfaces présentent dans une grande majorité des cas des traces d'utilisation. Pour huit cas, une des faces est trop concrétionnée ou altérée pour pouvoir déterminer si elle porte des traces d'usure. Les altérations de surface sont de type "desquamage", elles pourraient être post-dépositionnelles.

Les objets ne présentant qu'une surface d'usure sont dans trois des quatre cas des molettes réalisées sur des supports peu modifiés de type galet (7565-1 / 7772-8 / 7997-7). Le dernier objet est une molette en basalte vacuolaire dont la mise en forme est plus soignée, les flancs de la pièce notamment sont rectilignes et réguliers. La face opposée, très irrégulière, présente de probables traces d'un travail par piquetage (7759-15).

Deux objets comportent plus de deux «faces» actives (Planche 85). Ceci correspond à la présence de facettes d'usure sur la périphérie d'une surface active créant des sortes de biseaux. Enfin, pour une molette entière mentionnée plus avant, nous avons observé, sur une des faces, la superposition de deux surfaces d'usure, l'une recouvrant l'autre et étant moins étendue sur la face. Pour la facette la plus ancienne, l'usure est envahissante sur les flancs au niveau des deux extrémités opposées.

Dans la plupart des cas, les faces sont disposées sur des plans parallèles (tableau 75). Les dispositions plano - convexes sont exclusivement associées à des formes arrondies en plan. Parmi les dispositions non parallèles, quatre ont des morphologies en plan de type quadrilatère, une est discoïde (2 indéterminés).

Les dispositions contiguës comprennent les facettes d'usure évoquées plus haut ainsi qu'un autre cas pour lequel la facette est située sur le flanc de l'objet. Le cas de superposition a été évoqué plus avant. Les facettes d'usure ou surfaces actives superposées ne sont pas associées avec une morphologie particulière de molettes.

Les usures sont parfois envahissantes sur les flancs des pièces mais elles apparaissent généralement localisées sur la surface active.

Disposition	Décompte
sur des plans parallèles	24
sur des plans non parallèles	7
plano-convexe	11
contiguës	3
superposées	1

tableau 75 : disposition des faces d'usure des molettes les unes par rapport aux autres (en nombre d'occurrences), Mallaha, niveau Ib, (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

### Les flancs

Trois types de morphologie de flanc en section sont représentés dans l'assemblage :

- les formes convexes, les pourtours des objets présentent des profils bombés, l'épaisseur et la finition sont variables ;
- les formes planes, les profils ici sont plans à légèrement convexes d'une épaisseur variable, le travail de mise en forme est en général très fin et donne des morphologies régulières ;

- les bordures linéaires : ceci correspond à une quasi-absence de flanc.

Morphologie	Décompte
convexe	25
aplanie	11
linéaire	7
deux types associés	2
Total	44

tableau 76 : distribution des morphologies des flancs pour les molettes (fragments sur lesquels les flancs de la pièce sont présents soit 44 objets), Mallaha, niveau Ib (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

Les morphologies convexes dominent (tableau 76). Les cas de type linéaire correspondent pour cinq d'entre eux à des molettes aux bordures non marquées où l'on observe une diminution progressive de l'intensité de l'usure vers la périphérie de la surface active. Les deux faces se touchent quasiment. Un cas correspond à l'association d'une face d'usure et d'une face naturelle de galet déjà évoqué, la bordure peu épaisse est alors marquée par un intense piquetage. Enfin le dernier cas est une molette de section plane-convexe où les deux faces se rejoignent.

La dernière catégorie concerne un objet pour lequel la bordure est linéaire sur une partie du pourtour puis plane sur le reste ainsi qu'un autre sur lequel elle passe de convexe à plane. Ces morphologies sont associées à une disposition des faces sur des plans non parallèles. En général, il n'existe pas de lien spécifique entre la morphologie des bordures et celle des molettes. Les morphologies de flanc qui pourraient apparaître atypique (plane ou linéaire) sont préférentiellement associées avec les formes dominantes dans l'assemblage : discoïdes en plan et ovale en section.

### *Les mises en forme et autres indices technologiques*

Comme nous avons pu le constater lors des analyses précédentes, les molettes ont dans une grande majorité des cas été mises en forme. Ce travail est observable essentiellement sur les flancs là où il n'a pas été oblitéré par les traces d'utilisation.

Différents états de surface y ont été observés comprenant : une surface régularisée mais généralement émoussée ; des traces d'un piquetage "fin" ; des régularisations importantes de la surface indiquant probablement un travail d'abrasion ; des traces d'impacts plus grossières ou de mâchurage ; des négatifs d'enlèvement et petits rebroussés. On rencontre le plus fréquemment le premier type d'état de surface. Dans trois cas, les petits rebroussés sont postérieurs à la formation de la surface d'usure, ils sont associés à des traces d'un piquetage récent de la surface active.

Lorsque les objets sont peu fragmentés, nous constatons que le travail de mise en forme est général à toute la pièce. On compte quatre cas évidents de molettes réalisées sur support peu modifié (Planche 85). Chacune d'elles ne présente qu'une surface d'usure. Elles montrent en général des traces de mise en forme uniquement localisées sur la face active et dans un cas sur le pourtour de cette face.

En plus des trois cas mentionnés plus haut, des traces de piquetage postérieures à la formation de la surface d'usure ont été observées sur onze pièces. Parmi celles-ci, certaines illustrent un travail commençant au centre de la surface. La molette 7402-2 par exemple présente sur une de ces faces une zone de concentration d'impacts créant une légère concavité. Sur la face opposée, le ravivage semble être total, la surface ne présente pas de traces d'usure, le microrelief est irrégulier. Sur d'autres objets, le travail semble être effectué en partant des flancs de la pièce.

Sur la pièce 6531-7 de petits négatifs d'enlèvement et des rebroussés initiés à partir du flanc se développent sur la face active. Cette face porte par ailleurs des traces de piquetage. Deux éclats présentant une surface d'usure en face supérieure ont été classés dans la catégorie des molettes en raison de la morphologie en section de cette surface. Ils s'ajoutent à la liste des éclats de ce type présentée en introduction . Leurs dimensions sont de :

- pièce 6499 - 2 : 7.3 / 6.6 / 1.5 cm ;

- pièce 7529 - 2 : 7.5 / 3.9 / 0.9 cm.

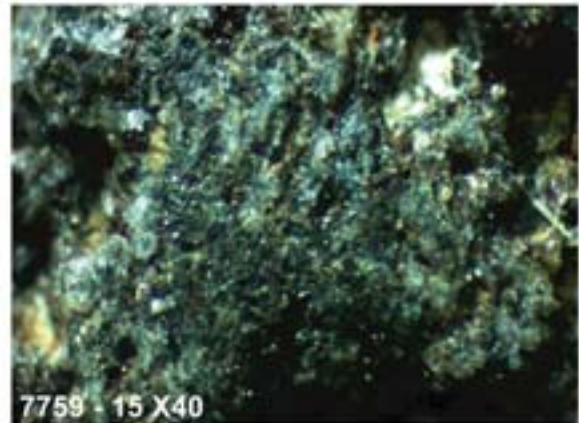
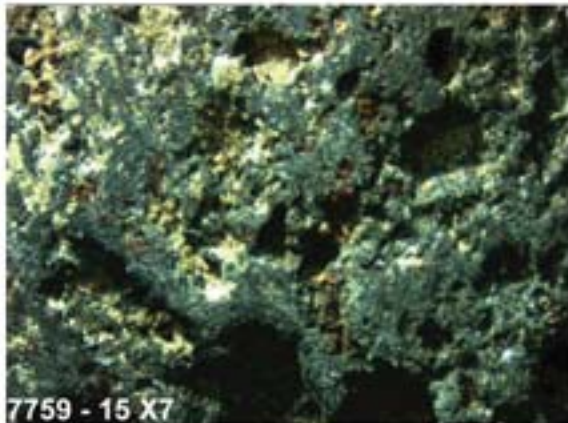
Ils présentent tous deux des traces d'un piquetage de la surface active postérieur à la formation de l'usure.

### *Répartition en fonction des matières premières*

Plusieurs tests ont été effectués sur la répartition des matières premières en fonction des différents critères morphologiques analysés. Aucun résultat probant n'apparaît, si ce n'est une association entre les mises en forme peu élaborées et le basalte de type 3 majoritairement récolté sous la forme de galet.

## Planche 86

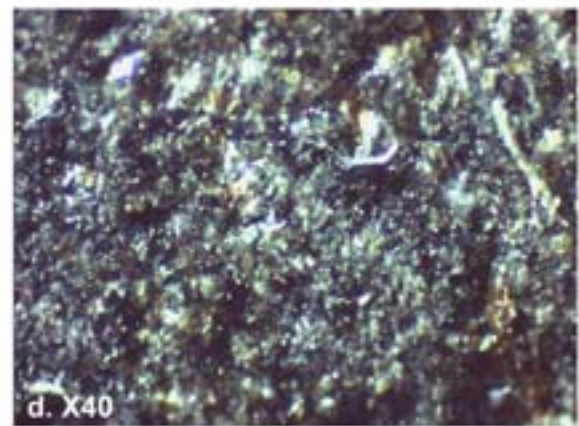
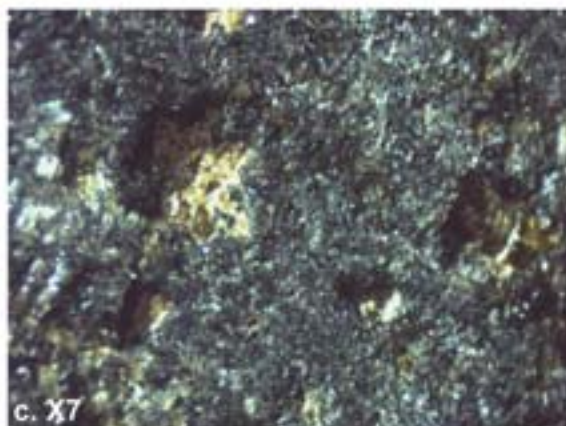
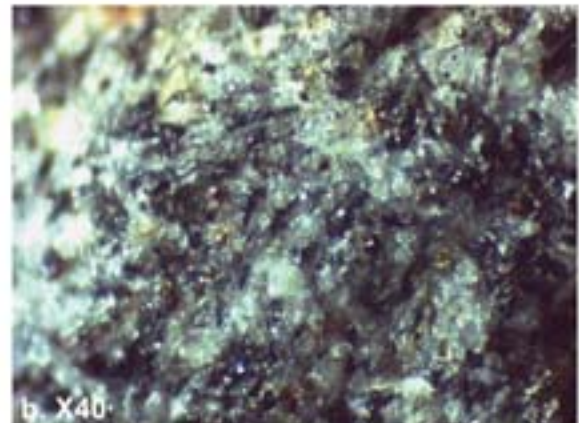
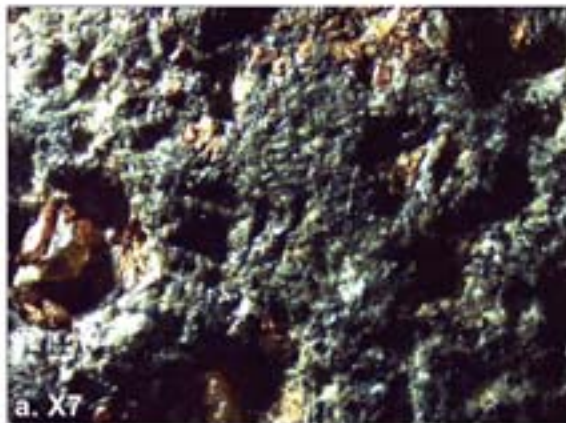
### Matériel archéologique :



### Caractéristiques :

- formation de plateaux sur les aspérités (à gauche)
- altérations dominantes : microfractures et arrachements de grains (à droite)

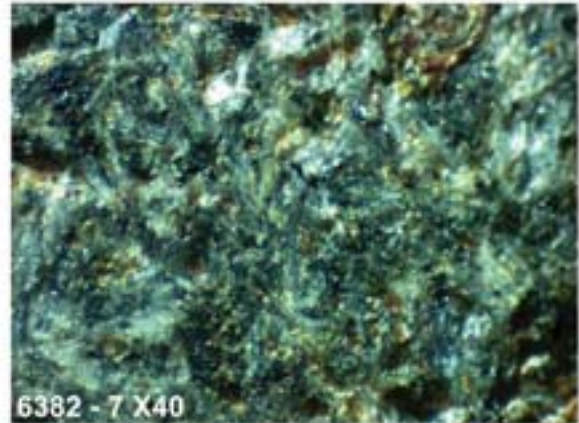
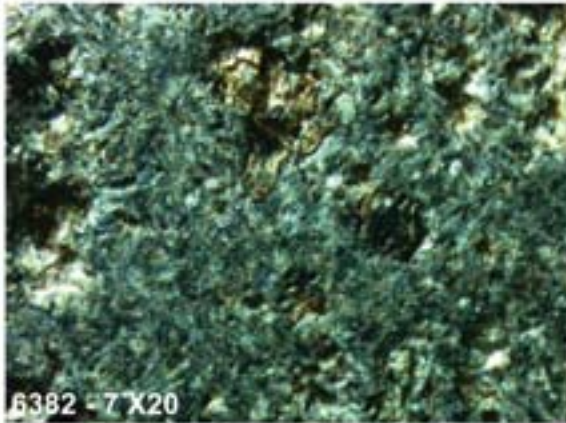
### Référentiel expérimental :



### Interprétation :

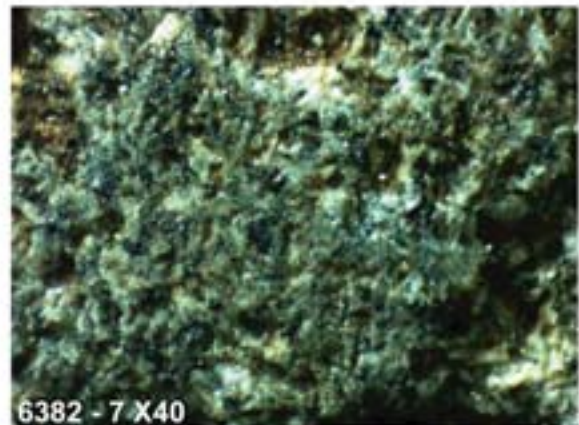
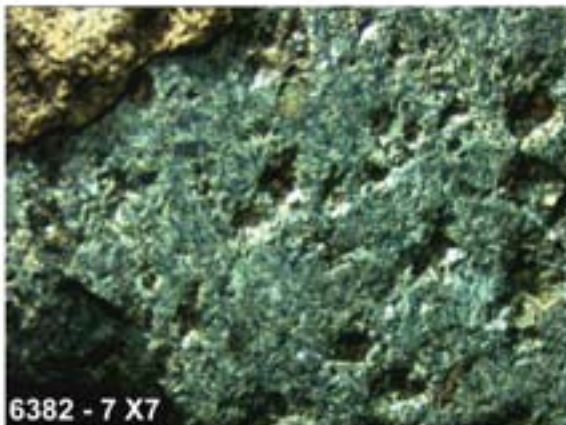
usure reproduite lors du broyage de légumineuses, exemple du fénugrec à cinq heures trente d'utilisation sur molette (a et b) et sur meule (c et d).

## Matériel archéologique :



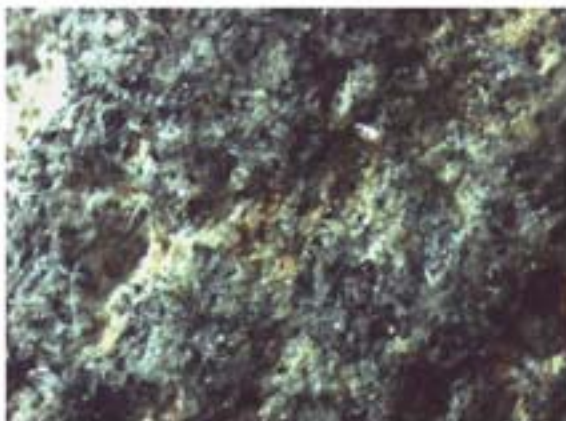
### Caractéristiques :

- formation de plateaux plans (à gauche)
- arasement fort du sommet des grains, qui ne présentent plus d'interstices entre eux (à droite)



On note par ailleurs des faciès de transition entre B0 et B3, comme sur la pièce 6382-7 où l'arasement des sommets est fort mais des altérations de type microfractures et arrachements sont présentes (à droite).

## Référentiel expérimental



### Interprétation :

L'usure de type B3 n'a pas été reproduite expérimentalement cependant, lors du broyage de légumineuses, on observe après 5h30 d'utilisation le développement de zones présentant de forts arasement des sommets associées à des microfractures et arrachements de grains (à gauche, exemple d'un état de surface sur molette).

Par ailleurs, dans le mobilier archéologique, on constate sur plusieurs pièces :

- des faciès de transition entre B0 et B3 ;
- une association entre B0 et B3 sur les molettes présentant deux surfaces actives.

L'hypothèse d'un stade d'usure correspondant au broyage de légumineuses non atteint lors de l'expérimentation est proposée.

### 3.1.1.3. Bilan de l'étude morphologique des molettes et pilons-broyeurs

Deux formes principales de percutant ont été identifiées : les molettes et les pilons-broyeurs.

Les possibilités de différenciation entre les deux types ont été limitées par l'état de forte fragmentation de l'assemblage. Si l'on élimine les indéterminés (fragments ne présentant qu'une surface d'usure), la forme molette domine l'assemblage.

Malgré la présence de deux types de percutant différents, l'assemblage apparaît très homogène. Le portrait type du percutant du niveau Ib de Mallaha est celui d'une molette entièrement façonnée, à deux faces d'usure disposées sur des plans parallèles, de forme ronde en plan et ovale en section, avec des flancs marqués.

La distribution des formes en section indique cependant la présence de groupes distincts où s'opposent en particulier surface plane et convexe. Les variables dimensionnelles (en particulier diamètre, épaisseurs des pièces) présentent par ailleurs des distributions assez étendues qui modèrent cette impression d'homogénéité. Nous pouvons retenir au moins deux hypothèses pour expliquer ces variations : celle d'une production délibérée de pièces de tailles et poids différents et celle d'un lien entre tous ces états dimensionnels à travers l'usure progressive du matériel.

Par ailleurs, cette homogénéité générale fait ressortir les formes atypiques : morphologie générale de type quadrilatère, section plane - convexe, pièces présentant plus ou moins de deux surfaces utilisées, faces disposées de façon dissymétrique, bordure linéaire. Ces morphologies résultent-elles d'une utilisation opportuniste de la morphologie initiale du bloc de matière première, sont-elles liées au processus de réduction de la pièce au cours de l'utilisation, ou encore à une volonté délibérée de produire des formes différentes répondant à des utilisations variées ?

## 3.1.2. Etude des traces d'usure

### 3.1.2.1. Etude à faibles grossissements

#### *Les différents types d'usure observés*

Nous constatons la présence d'états de surface récurrents sur le matériel archéologique permettant de regrouper les objets selon différentes catégories d'usure. Cinq types sont ainsi définis. Ils représentent des grandes classes à l'intérieur desquelles existent des variations.

Une description synthétique est donnée dans le tableau suivant :

Type d'usure	Organisation générale du microrelief	Types d'altération des grains	Lustre ou autre caractéristique
<b>B0</b>	régulier, formation de plateaux sur les aspérités	fort arasement du sommet des grains, microfractures et arrachements	pas de lustre
<b>B1</b>	irrégulière et de faible amplitude, plages d'usure bombées sur les aspérités	grains légèrement en relief aux arêtes émoussées, arrachements et microfractures	lustre présentant une répartition et une intensité variable
<b>B3</b>	régularisé, formation de plateaux plans	pas d'interstices entre les grains, arasement fort du sommet des grains qui sont toujours individualisables	lustre prononcé généralisé
<b>C</b>	régularisé, pas d'opposition entre les parties en creux et les aspérités	arrachements et microfractures	pas de lustre, aspect de piquetage fin
<b>C1</b>	régularisé formation de plateaux sur les aspérités	arrachements et microfractures dominant, présence de grains aux arêtes émoussées, petites zones d'arasement fort avec lustre	petites zones lustrées perceptibles à la binoculaire

tableau 77 : description des catégories générales d'usure reconnues sur le site de Mallaha pour l'assemblage des molettes et pilons-broyeurs (niveau Natoufien final, fouilles F.R. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

D'une manière générale, les différences principales observées sont de deux ordres :

- des modifications du microrelief entraînant (B0, B1, B3, C1) ou non (C) la formation de plages d'usure sur les aspérités qui elles même peuvent être de morphologie bombée (B1, C1) ou plane ;
- une usure où domine microfractures souvent associées à des arrachements de grains (C1, C), pour les autres catégories, les types d'altération observées sont plus divers.

Dans l'ensemble, les altérations de surface ne se développent pas dans les anfractuosités du microrelief.

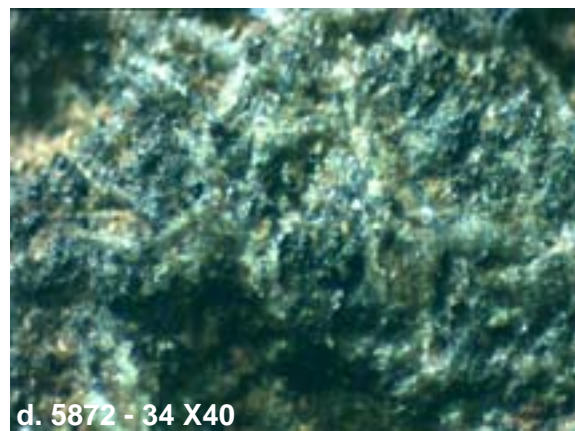
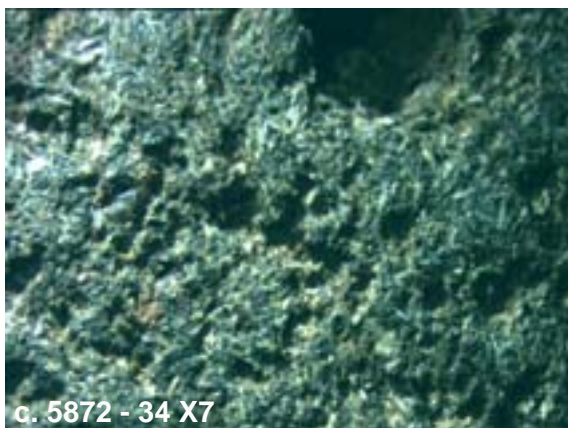
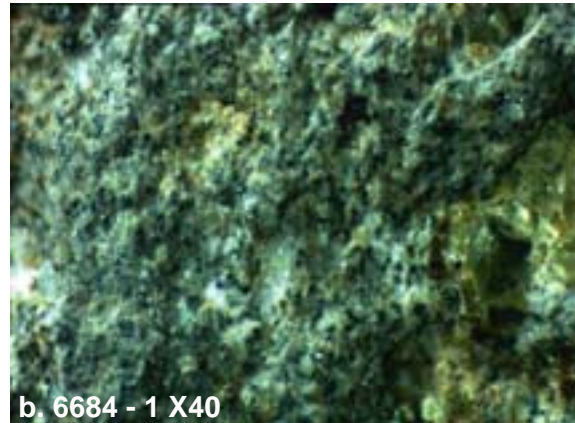
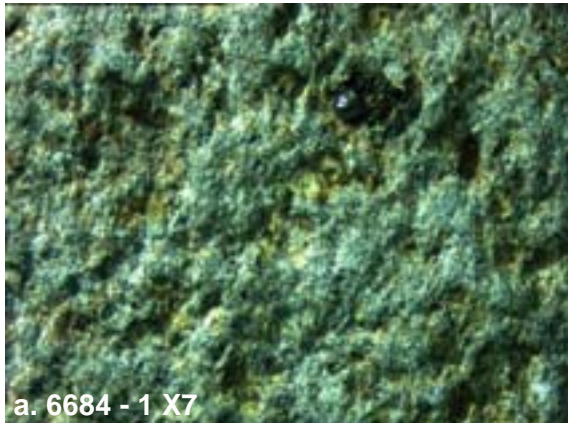
La présence de stries n'est pas mentionnée dans ce descriptif, en effet, elles sont parfois difficiles à distinguer de l'organisation naturelle de la roche (plan de fracture de cristaux, forme allongée des grains). Elles n'ont donc pas été retenues comme critère distinctif mais décrites au cas par cas lorsque leur présence ne faisait pas de doute.

Certains états de surface retrouvés sur un nombre limité d'objet ont été classés dans une catégorie à part dite "particulière".

Des variations sont observées au sein des catégories définies. Elles sont d'ordre "quantitatif" et portent par exemple sur la régularité et l'étendue des zones d'arasement des aspérités au sein d'un type, sur l'importance relative des différents types d'altération présentes.

# Planche 88

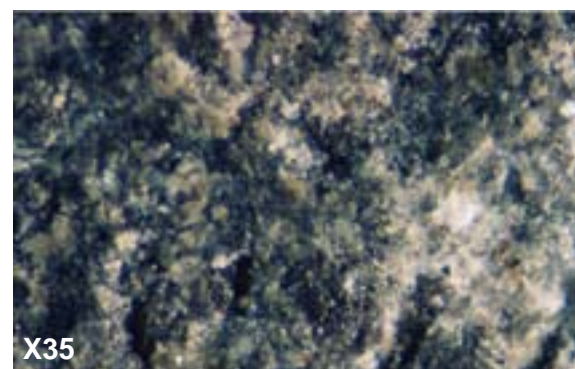
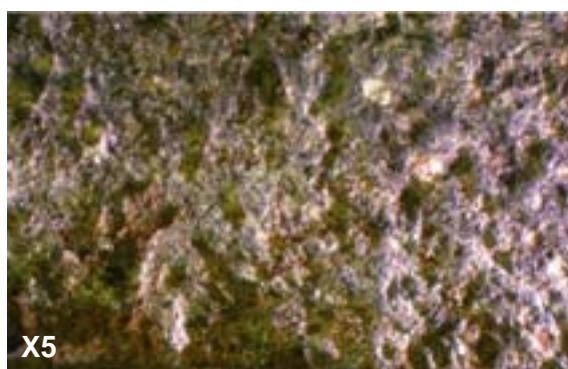
## Matériel archéologique



### Caractéristiques :

- plages d'usure bombées sur les aspérités, microrelief irrégulier (a. sur pilon-broyeur, c. sur molette)
- grains légèrement en relief émoussés, arrachements et microfractures (b. sur pilon-broyeur et d. sur molette)

## Référentiel expérimental

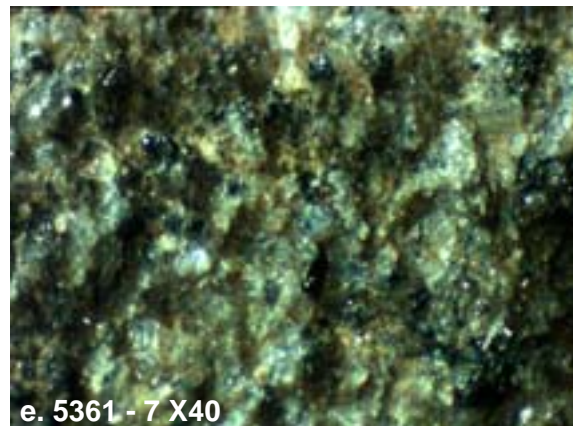
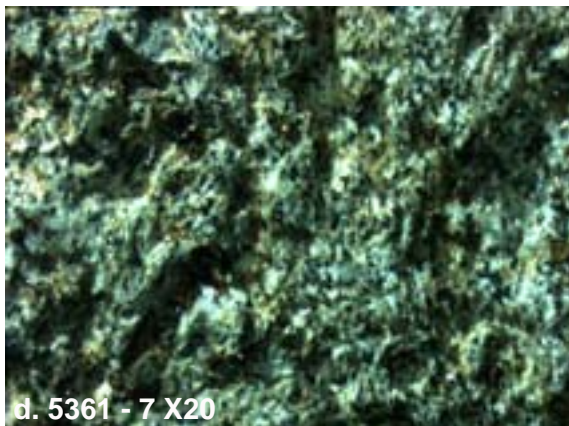
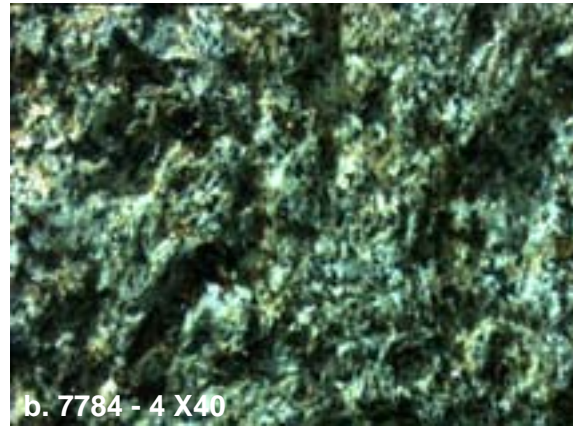
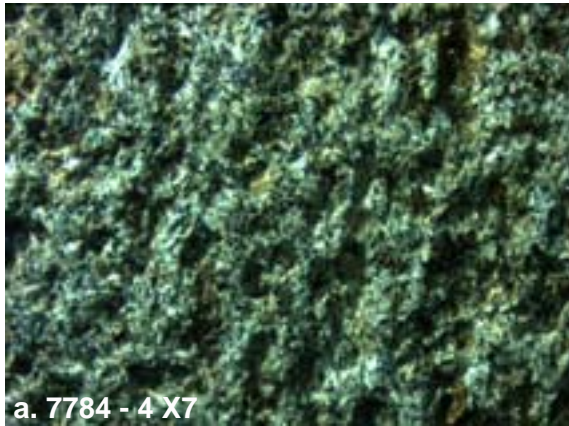


### Interprétation :

Caractéristiques correspondant à celles reproduites lors du broyage de céréales : l'exemple du broyage de blé nu sur bloc actif X5 à gauche et X35 à droite.

# Planche 89

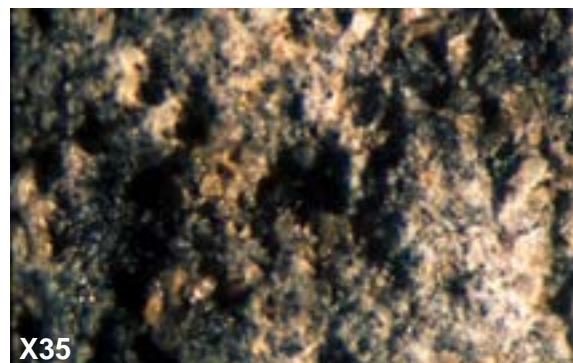
## Matériel archéologique



### Caractéristiques :

- régularisé et sans opposition entre aspérité et anfractuosités, aspect de piquetage fin (a et d)
- microfractures et arrachements de grains (b et e)

## Référentiel expérimental



### Interprétation :

état de surface caractéristique des surfaces piquetées, deux exemples de pièces expérimentales sont donnés à forts grossissements.



### Distribution sur le matériel

Sur l'ensemble du matériel, on totalise 104 surfaces d'usure. Le tableau 78 donne la représentation des différents types d'usure définis plus haut au sein de l'assemblage.

Type d'usure	Décompte
B0	24
B1	23
B3	14
C	17
C1	5
Par.	12
Altérées	9
Total	104

tableau 78 : répartition des types d'usure au sein de l'assemblage des outils de type molettes et pilons-broyeurs de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

Neuf pièces présentent des surfaces très altérées ou concrétionnées. Les usures de type B0 et B1 dominent l'assemblage, suivie du type C et B3. Le tableau 79 présente les associations entre les différentes usures pour les objets présentant deux surfaces actives.

Us.1	Us.2						Total
	Alt.	B0	B1	B3	C	Par.	
Alt.	1						1
B0		4			2		6
B1			6		1		7
B3	1	5		2			8
C		1		1	2	1	5
C1	1						1
Par.	1	1				4	6
Total	4	11	6	3	5	5	34

tableau 79 : table de contingence des différents types d'usure observées sur les molettes et pilons-broyeurs présentant deux surfaces actives, Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 - 2000).

On retrouve presque systématiquement les usures de type B1 associées. Les types B3 et B0 sont préférentiellement corrélés. On note par ailleurs dans l'assemblage, des états de surface que l'on peut considérer comme intermédiaires entre les deux faciès. Ainsi, l'hypothèse d'un lien entre les deux types d'usure, qui pourraient représenter différents stades de développement, nous semble à privilégier. Le type C est celui qui est associé avec la plus large gamme d'usure.

Les facettes d'usure observées sur différents objets sont toutes associées au type C, elles présentent des usures diverses, de type B3, B1 ou B0.

Une étude de la distribution des types d'usure en fonction des variations morphologiques observées dans l'assemblage permet d'avancer les conclusions suivantes :

- sur les six pilons – broyeurs, trois présentent des usures de type B1, un de type C1 et un autre "Par". L'objet dont l'attribution est problématique est de type B0 ;
- dans la catégorie des molettes, nous n'observons pas de corrélation entre les formes en plan et en section, le degré de convexité des surfaces actives et le type d'usure ;

- les molettes réalisées sur support peu modifié sont préférentiellement associées au type B1. Sur les quatre pièces seule l'une d'entre elles présente une usure de type C1.

### 3.1.2.2. Etude d'un échantillon à forts grossissements

Trois molettes (une surface altérée, une de type B1 et l'autre B3) et un pilon – broyeur (type B1) ont été analysés aux microscopes à lumière transmise en incidente. Nous n'observons pas de micropolis marqués. Les échantillons ont généralement l'aspect de surface égrisée présentant une réflectivité diffuse. Seule la molette altérée montre des zones de micropoli peu étendues.

### 3.1.2.3. Interprétation

#### *Fonctionnements*

Pour les formes présentant une opposition entre aspérités arasées et anfractuosités, l'hypothèse d'un fonctionnement en couple nous semble à privilégier. Ainsi, seul le type C témoigne d'un mode d'utilisation différent.

Aucune morphologie particulière d'outil ne semble associée à un type d'usure. Par ailleurs, les stries lorsqu'elles sont observées indiquent des directions variables et il est difficile de proposer une corrélation entre une direction (mouvement de va-et-vient ou aléatoire) et un type d'usure. Ainsi, les gestes d'utilisation des pièces apparaissent difficiles à préciser.

Les pilons – broyeurs portent généralement des traces nettes d'une utilisation en percussion posée. Leurs états de surface peuvent être rapprochés de ceux de certaines molettes de type B1. Cependant, on note que les traces d'impacts y sont plus marquées et le microrelief apparaît généralement de plus forte amplitude. Ces caractéristiques nous semblent conforter l'hypothèse d'un geste associant percussion lancée et posée.

Les usures dites particulières (12 occurrences sur 8 pièces) posent dans une majorité de cas des problèmes d'interprétation :

- deux pièces correspondent à un faciès de transition entre les usures de type B3 et B0 ;
- pour deux autres, le microrelief est irrégulier et les traces de piquetage dominant. Dans un des cas (pilon – broyeur), il est possible que l'on soit à un stade de début d'utilisation, les plages d'usure apparaissant peu marquées. Pour le second, un piquetage postérieur à la formation des traces est très développé et il n'est pas possible de déterminer le type d'usure.
- on observe sur une pièce une variation latérale des caractéristiques du microrelief ne se présentant pas sous la forme de facettes d'usure. Il est difficile de déterminer les relations entre ces différents faciès, il est probable qu'elles résultent de processus post-dépositionnels altérant la surface ;
- un des cas classés dans cette catégorie apparaît plus complexe. Il s'agit d'une molette présentant sur une face deux surfaces d'usure superposées, la face opposée est entièrement concrétionnée. Sur la zone la moins étendue recouvrant une première surface d'usure plus large, le microrelief est entièrement régularisé. A fort grossissement, les grains sont en relief et émoussés, leur taille indique une réduction importante de leur volume. L'usure est envahissante sur l'une des extrémités où elle présente par ailleurs une forme différente : les traces de piquetage sont plus marquées, les aspérités ont la forme de petites boules émoussées. On retrouve ces caractéristiques sur la surface d'usure s'étant formée antérieurement. Nous privilégions ici l'hypothèse d'un fonctionnement sans répercutant associé. L'interprétation des variations des caractéristiques des usures nous pose problème. De même, la superposition de surfaces d'usure d'étendue variable est difficile à interpréter, elle pourrait résulter d'un changement de geste ou de zone de contact avec la matière travaillée. La détermination de cette dernière nécessite des expérimentations supplémentaires, l'usure n'ayant pas été reproduite dans notre référentiel. Il semble que l'on se situe plus dans la catégorie des végétaux ligneux.
- enfin pour les 4 cas restants, les caractéristiques des usures n'ont pas été reproduites expérimentalement et apparaissent difficiles à interpréter en fonction de notre référentiel.

#### *Matières travaillées*

- types B0 et B3 (Planches 86 et 87)

Le type B0 apparaît caractéristique de l'usure obtenue expérimentalement lors du broyage de légumineuses. Le type B3 n'a pas été reproduit, il correspond à un état d'usure forte de la surface qui est presque entièrement régularisée, les grains y sont fortement arasés. Aux plus forts grossissements, ces surfaces apparaissent irrégulières et l'on observe peu de grains émoussés, l'usure semble s'être formée essentiellement par microfractures. Ces observations nous confortent dans l'hypothèse que B0 et B3 procèdent du même mécanisme de formation et représentent deux stades d'une même usure. Comme nous l'avons mentionné, on observe sur certaines pièces de type B3 le développement de zone dont les caractéristiques sont proches du type B0. Pour ces deux types, nous proposons l'hypothèse d'un broyage sur meule de végétaux ne contenant pas de graisse, plus probablement de légumineuses.

- type B1 (Planche 88)

Les caractéristiques de B1 indiquent aussi le broyage de végétaux non oléagineux, dans ce cas la diversité des altérations affectant les grains est proche de celle obtenue lors du travail de céréales. Cependant nous n'observons le développement de plages d'homogénéisation que dans de rares cas.

- type C1

Les usures de type C1 indiquent quant à elles le travail d'un matériau très abrasif, probablement la réduction en poudre d'un minéral. Aucune pièce ne présente de résidus pouvant permettre de proposer des déterminations plus précises.

- type C (Planche 89)

Les états de surface des pièces présentant une usure de type C ont généralement l'aspect d'un piquetage fin. Les altérations dominantes sont des microfractures et arrachements de grains. Nous proposons donc l'hypothèse d'un ravivage généralisé de la surface.

Ainsi, les usures de type C associées à des facettes d'un autre type observées sur plusieurs pièces pourraient correspondre à un ravivage partiel et localisé de la surface.

### 3.1.2.4. Bilan de l'étude tracéologique des molettes et pilons-broyeurs

La majeure partie des molettes et pilons-broyeurs a fonctionné avec répercutant associé, seule une pièce pourrait témoigner d'un fonctionnement sans répercutant associé. Les usures reconnues témoignent de différentes matières travaillées, il s'agit en majorité de végétaux de type légumineuses ou céréales. Le premier type domine. Nous n'observons pas de corrélation entre les variations morphologiques des molettes et les modes d'utilisation. Cependant, les formes pilons – broyeurs apparaissent préférentiellement associées au broyage de céréales, les molettes sur support peu modifié aussi.

Les traces de piquetage postérieures à la formation des usures sont fréquentes, elles sont observées sur près de 30% des pièces. Certains états de surface (type C) peuvent être interprétés comme correspondant à un ravivage total de la pièce. Ainsi, l'assemblage des répercutants du niveau Natoufien final de Mallaha livre de nombreux indices d'un entretien des outils. A l'inverse, les cas de réemploi ou recyclage en sont absents.

### 3.1.3. Synthèse de l'analyse fonctionnelle des molettes et pilons-broyeurs

Etapes technologiques	Eléments de caractérisation des étapes
<i>Choix des matières premières</i>	Utilisation préférentielle de basalte peu à non vacuolaire
<i>Mises en formes</i>	Mise en forme généralisée, variation dans la régularité des flancs ; seules quatre pièces témoignent de mises en forme sommaires : ce sont des galets sur lesquels on observe un travail sur la surface active et sa périphérie.
<i>Variabilité morphologique</i>	Deux formes de percutants : - les pilons-broyeurs - les molettes : variation dans les dimensions des pièces, les formes en plan et en section. Les molettes bifaciales ovales en plan et en section dominant.
<i>Hypothèse fonctionnelle</i>	A l'exception d'un objet, les pièces témoignent de fonctionnement avec répercutant associé. Les pilons-broyeurs correspondent probablement à des utilisations associant percussion lancée et posée. Les matières travaillées reconnues comprennent, par ordre d'importance : légumineuses, céréales, une matière minérale. Certains états de surface peuvent être interprétés comme résultant d'un ravivage total des surfaces actives.
<i>Ravivage</i>	Traces de ravivage par piquetage observées sur 30% des objets, possible technique de ravivage par enlèvements d'éclats rasants.
<i>Indices d'utilisation multiple</i>	—

tableau 80 : synthèse de l'étude des molettes et pilons – broyeurs du niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

## 3.2. Les meules

### 3.2.1. Etude morphologique

#### 3.2.1.1. Essais de classification

La classification des répercutants de Mallaha selon la typologie de Wright a posé de nombreux problèmes : il est difficile d'évaluer la morphologie en plan de la surface active de tous les objets, la détermination du sens du travail permettant de différencier dalle de broyage et meule-moulin n'est généralement pas possible.

Afin de donner une description générale de l'assemblage, nous avons dû effectuer notre propre classification.

L'ensemble des répercutants du niveau Ib peut être réparti en six catégories :

- les pièces dont la morphologie générale ne peut être évaluée : dix objets comprenant des types de fragment divers ;
- les meules de petites dimensions (Planche 90) : cette catégorie comprend cinq objets dont un est entier. Leur classification en tant que répercutant repose essentiellement sur la morphologie concave en section des surfaces d'usure. Ces pièces peuvent être aisément manipulées, la surface d'usure est plane à légèrement concave mais offre peu de possibilité de contenir la matière travaillée. Ainsi, leur utilisation en tant qu'outil passif associé à un répercutant reste hypothétique ;
- les répercutants sur support peu ou non modifié : cette classe comprend cinq pièces ayant fait l'objet d'une mise en forme partielle et dont la morphologie est proche de celle d'un bloc naturel ;
- les meules rondes : Il s'agit de répercutants peu épais de forme circulaire en plan généralement de petites dimensions. Cette classe comprend sept objets dont une probable préforme ;
- les répercutants "classiques" (en forme de selle ou de bassin) de grande taille (Planche 90) : il s'agit de cinq fragments et de deux meules entières présentant une mise en forme totale (type 5 selon la classification de Wright) et/ou une surface d'usure de grandes dimensions fortement concave ;
- enfin une des pièces est un fragment de meule à deux faces d'usure opposées dont les dimensions et la morphologie rappelle celle des répercutants dits classiques.

#### 3.2.1.2. Etude des variations morphologiques

##### *Les dimensions*

Nous avons déjà signalé la présence de meules de petites dimensions dont l'attribution dans la catégorie des répercutants reste problématique. Les dimensions de la petite meule entière sont : 10,6 / 8,9 / 6 cm. Les pièces présentant les plus grandes dimensions sont les deux meules "classiques" peu fragmentées soit : 41,2 / 23 / 7,8 et 43 / 23 / 10 cm. Les diamètres des meules rondes sont situés entre 7 et 14 cm.

Les surfaces actives présentent donc des dimensions variables. Les épaisseurs des pièces sont aussi très diverses, parmi les fragments les plus complets, les valeurs sont comprises entre 2,8 et 11,4 cm. Les épaisseurs les plus importantes sont retrouvées sur les répercutants sur blocs peu modifiés.

### Morphologies en plan et en section

Trois types de morphologie en plan sont représentés dans l'assemblage :

- rondes ou discoïdes (code 1)
- ovales (code 2)
- de type quadrilatère (code 3)

Six types de morphologie en section ont été observés (Planche 90) :

- association face concave / face convexe parallèles (code 1)
- association face d'usure concave et base plane, les deux faces sont parallèles (code 2)
- la face d'usure est plane à légèrement concave, la face opposée très convexe elle n'a généralement pas fait l'objet d'une mise en forme et n'est pas régularisée et stable (code 3)
- profil en section est triangulaire (code 4)
- forme en section de type quadrilatère (code 5) (face d'usure plane à légèrement concave, base plane)
- le type 6 concerne la meule à deux faces d'usure opposées concaves.

forme en section	forme en plan				Total
	1	2	3	indet	
1	1	2	1	0	4
2	0	0	1	0	1
3	1	0	3	1	5
4	0	4	0	2	6
5	1	0	0	0	1
6	0	0	0	1	1
indet	3	1	2	10	16
Total	6	7	7	14	34

tableau 81 : table de contingence entre les formes en plan et en section des meules de l'assemblage Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 - 2000). La préforme de meule ronde n'est pas comprise : 34 objets.

Contrairement aux répercutants, nous ne retrouvons pas une forme en plan ou en section, dominante. L'assemblage apparaît très diversifié. Ceci résulte en partie de l'importance dans la série des meules réalisées sur support peu modifié.

### Nombre de surface active

Lorsque la pièce est peu fragmentée, on observe généralement une unique surface d'usure. Seule la meule 7777-2 illustre l'exploitation des deux faces opposées d'un outil dormant. Il s'agit d'un fragment présentant peut être une partie du flanc (la zone est cependant concrétionnée). Les plans de travail sont probablement ouverts. Les dimensions de la pièce (13.5 / 9.4 / 8.6 cm) indiquent que l'on se situe dans la catégorie des grandes meules, les finitions laissent à penser qu'elle se rapproche des répercutants dits classiques.

Par ailleurs, nous pouvons émettre l'hypothèse de la présence de deux surfaces d'usure pour deux autres objets. Le premier présente une base de morphologie concave en section, elle est entièrement concrétionnée. Il est donc difficile de déterminer si cette surface est naturelle, a fait l'objet d'une mise en forme ou d'une utilisation. Le second objet est un répercutant de petites dimensions. Une surface active se situe sur la grande face plane de l'objet et l'autre sur un des bords. Elle est concave en section mais présente de très petites dimensions.

### Aménagement de la surface de travail

Deux principaux types d'aménagement de la surface active sont représentés dans l'assemblage :

- la surface active est délimitée soit par la formation d'une concavité marquée (code 1) ou par la présence d'un cordon ou bourrelet (code 2) ;
- la surface active est plane à légèrement concave, elle n'est pas délimitée (code 3).

Type d'aménagement	Décompte
1	8
2	2
3	16
indéterminé	8
Total	34

tableau 82 : répartition de l'assemblage des meules en fonction des aménagements des surfaces actives (possible préforme non prise en compte), Mallaha, niveau Ib (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 – 2000).

On remarque une nette dominance des surfaces actives non délimitées par une forte concavité ou une bordure. Ces surfaces sont systématiquement associées aux meules peu ou non modifiées ainsi qu'aux répercutants de petites dimensions. Deux meules rondes ont une surface active de ce type. Deux autres présentent un bourrelet et une petite lèvre a été aménagée sur une quatrième. Elle n'est cependant que partielle.

### Mise en forme et indices technologiques

La classification des répercutants a déjà donné un aperçu de la diversité de l'assemblage de ce point de vue. Deux tendances générales ressortent :

- certains objets ont fait l'objet d'une mise en forme totale, ceci concerne essentiellement les meules rondes et les répercutants dits "classiques". Pour chaque catégorie, les formes produites sont peu standardisées : il y a variation des aménagements de la surface active et de la morphologie des bases. Les finitions sont plus ou moins élaborées en particulier pour les meules rondes ou certaines surfaces restent irrégulières. Une possible préforme a été identifiée pour cette catégorie, elle porte des négatifs d'enlèvement sur toute sa périphérie ainsi que des traces de piquetage sur les deux faces.
- certaines pièces ont fait l'objet d'une mise en forme partielle : au minimum on observe des traces de travail autour de la surface active sous la forme de négatifs d'enlèvements ou de rebroussés et plus couramment d'un petit mâchurage.

### Répartition selon les matières premières

Type de meule	Type de basalte						
	1	2	3	8	5	indet	total
forme indet.	0	6	1	0	3	0	10
meules "classiques"	2	4	1	0	0	0	7
meules de petites dimensions	0	2	2	1	0	0	5
sur support peu modifié	0	1	1	2	1	0	5
meules rondes	0	2	1	0	3	1	7
à deux surfaces actives	0	1	0	0	0	0	1
Total	2	16	6	3	7	1	35

tableau 83 : table de contingence entre les catégories de meule et les types de basalte, Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).

Nous n'observons pas d'association entre une catégorie de meule et un type de basalte. Cependant, aucune meule "classique" en basalte vacuolaire n'a été retrouvée. Ce type de basalte est par contre sur représenté dans la catégorie des petites meules rondes.

### 3.2.1.3. Bilan de l'étude morphologique des meules

# Planche 90



Meule entière 5882 #16, section concave-plane



Meule fragmentée 7362 #2  
section concave-convexe,  
la base présente une  
convexité en longueur



Fragment de meule 6681 #18  
section concave-plane



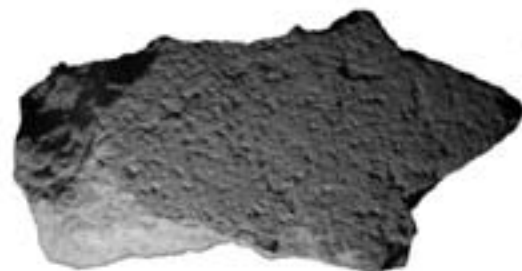
Fragment de meule 6683 #5, section triangulaire,  
la base naturelle s'évase fortement.



Exemples de variabilité des formes en section des meules du niveau Ib de Mallaha, en haut les deux meules les plus complètes présentent des degrés de concavité des faces d'usure différents (les parties en pointillés correspondent à des plans de fracture).



5875-66



Pièce 6578-25, probable fragment  
de meule de grande dimension



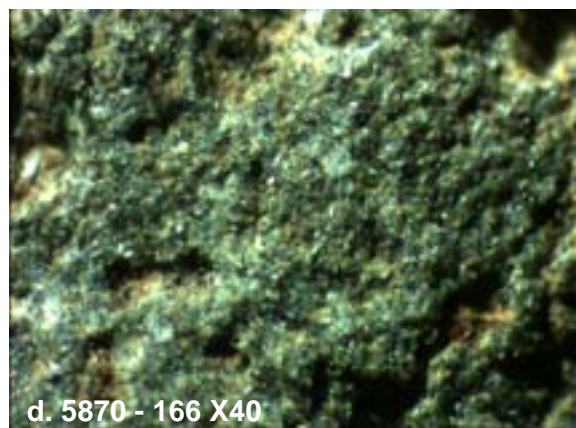
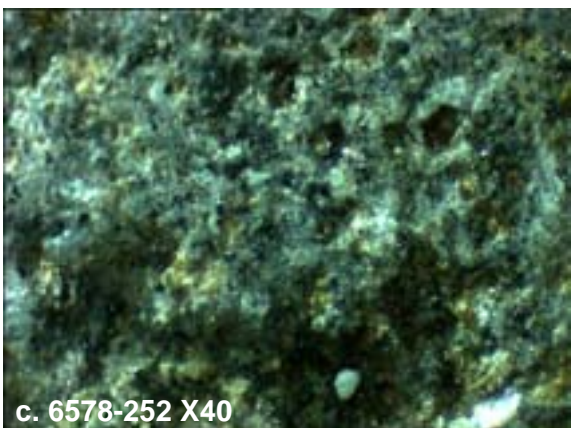
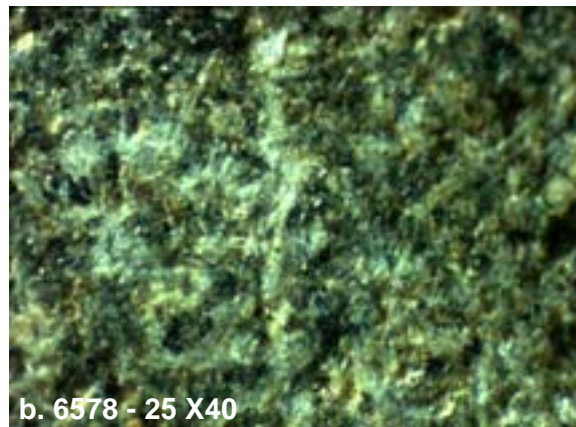
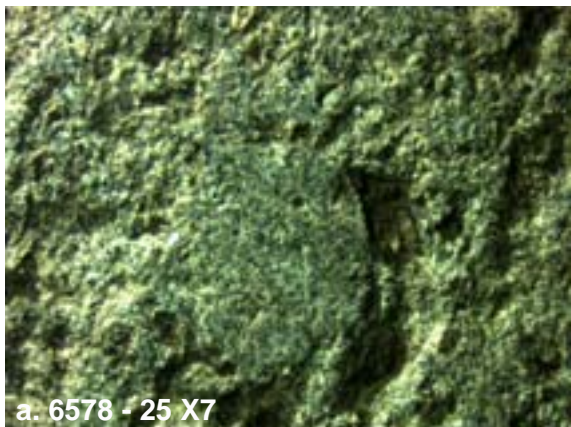
6736-1

Deux exemples de meule de  
petites dimensions



Pièce 7777-2, meule à deux surfaces d'usure opposées

## Planche 91



### *Caractéristiques :*

- plateaux plans d'étendue variable pour les usures de type 1 (a) ; plages bombées pour le type 2
- sur le type 1, arasement prononcé du sommet des grains associé à des micro-fractures et arrachements de grains (b et c) ; pour le type 2, les altérations de type microfractures et arrachements dominant (d).

### *Interprétation :*

Nous pouvons établir un parallèle avec les types BO et B3 reconnus pour les molettes. Les usures de type 1 et 2 correspondent à différents stades d'altération des surfaces lors du broyage de légumineuses.

Planche 91 : Mallaha (niveau Ib), usures de type 1 et 2 sur meules



Contrairement aux molettes, l'assemblage des répercutants apparaît très diversifié. Cette diversité résulte en partie de l'exploitation de blocs faisant l'objet d'une mise en forme sommaire. L'interprétation de certaines de ces pièces reste problématique notamment en raison de leur petite dimension. Deux types de meules témoignent de mise en forme élaborée : les répercutants dits classiques, de grande taille et les petites meules rondes.

Dans l'ensemble des variations morphologiques observées, certaines pourraient indiquer des fonctionnements différents des objets :

- les variations des dimensions du plan de travail : les écarts sont assez importants dans l'assemblage. Nous pensons que ceci peut influencer le type de geste (en particulier son amplitude et la possibilité d'effectuer plusieurs passages sur la matière à broyer), les quantités de matière traitée ;
- les formes en plan et les aménagements de la surface active vont aussi conditionner le geste et les quantités travaillées. Il semble peu probable que des formes circulaires de petites dimensions soient utilisées selon un mouvement de va-et-vient. Les surfaces très ouvertes ne pouvant jouer le rôle de contenant évoquent la nécessité de travailler de petites quantités et/ou d'un aménagement spécifique afin de recueillir la matière travaillée. La répartition des usures témoigne de différents systèmes d'évacuation de la mouture. Enfin certaines bases très irrégulières et convexes ne sont manifestement pas stables, une utilisation en tant que pièce dormante nécessite donc un système permettant de maintenir l'outil.

## 3.2.2 Etude tracéologique

### 3.2.2.1. Etude à faibles grossissements

#### *Les différents types d'usure reconnus*

Sur l'ensemble des pièces, cinq types différents d'usure ont été observés :

- type 1 (Planche 91) : la surface présente des plateaux plans d'étendue variable. Sur ces plateaux, certains grains sont émoussés, la plupart présentent un arasement fort des sommets, les microfractures et arrachements de grains dominant. La surface des plateaux est fortement régularisée et l'on note le développement d'un léger lustre. L'usure n'affecte pas les aspérités.
- type 2 (Planche 91) : la surface apparaît irrégulière, on constate la formation de plages d'usure bombées à plans sur les aspérités. Sur ces plages, les altérations de type arrachements et microfractures de grains dominant. Ces zones présentent un léger lustre. L'usure n'affecte pas les anfractuosités.
- type 3 : des plages d'usure bombées de petite dimension se sont formées sur les aspérités. Les types d'altération y sont divers : arasement fort des sommets, microfractures, arrachements et grains émoussés. Sur certaines pièces, on observe de petites zones d'homogénéisation très peu étendues et irrégulières.
- type 4 : le microrelief est très irrégulier, les aspérités se présentent sous la forme de petites boules émoussées, légèrement réfléchies. Sur ces zones, on note des grains aux arêtes émoussés qui sont par ailleurs aussi présents, en plus faible nombre, dans les anfractuosités.
- type 5 : la surface est très irrégulière, les traces d'impact sont abondantes. Sur l'ensemble de la surface, les altérations de type microfractures et arrachements de grains dominant.

Au total trente six surfaces d'usure peuvent être analysées dans l'assemblage des meules. Ceci comprend une surface active pour l'ensemble des meules, à l'exception de la probable préforme, et deux autres pour les deux meules présentant deux surfaces actives (nous rappelons que pour le troisième cas probable, la surface est entièrement concrétionnée).

### Distribution sur le matériel

Dans cet ensemble, les usures de type 1 apparaissent largement dominantes. (tableau 84).

Type d'usure	Décompte
1	14
2	3
3	5
4	5
5	3
Alt.	4
Concré.	1
Par.	1
Total	36

tableau 84 : répartition des types d'usure au sein de l'assemblage des meules de Mallaha, niveau Natoufien final, (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). Abréviations : alt. = altérée ; concr. = concrétionnée ; Par. = particulière.

forme	usure							
	1	2	3	4	5	alt.	concré.	Par.
fragments	6		1	2		1		
petites meules		1	0	2	1	1		
support peu modifié	1	1	2		1			
meule ronde		1	2	1	1	1		1
"classiques"	5					1	1	
à deux surfaces d'usure	2							
Total (nombre de surface d'usure)	14	3	5	5	3	4	1	1

tableau 85 : répartition des types d'usure en fonction des catégories générales de meule de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). Abréviations : alt. = altéré ; concr. = concrétionné ; par. = particulière ; tot. = total.

Nous n'observons pas d'association stricte entre une morphologie de meule et un type d'usure (tableau 85). Les répercutants classiques sont cependant presque exclusivement représentés dans la catégorie des usures de type 1.

En ce qui concerne les meules présentant plus d'une surface d'usure, la meule de petite dimension associe une usure de type 3 et une surface altérée. Le second objet présente sur ses deux faces actives une usure de type 1.

### 3.2.2.2. Etude à forts grossissements

Une seule meule a été analysée : pièce 7320 – 12 (usure de type 1). Aux microscopes à lumière transmise et incidente nous n'observons pas de micropoli marqué. La surface a l'aspect d'une surface égrisée. Elle présente une granulométrie fine et une réflectivité diffuse peu marquée.

### 3.2.2.3. Interprétation des usures

#### *Fonctionnement*

L'organisation du microrelief pour les type 1, 2 et 3 atteste d'une utilisation avec percutant complémentaire. En ce qui concerne les usures de type 5, les traces de piquetage dominant. Ces états de surface semblent correspondre à un piquetage général de l'outil lié à une mise en forme ou encore à un ravivage de la pièce.

Les usures de type 4 apparaissent plus difficiles à comprendre. Elles n'ont pas été reproduites expérimentalement. Aucune des caractéristiques observées ne peuvent être rapprochées des états de surface obtenus lors de nos expérimentations ou observés sur des pièces naturelles. Peut être faut-il envisager une altération post-dépositionnelle des pièces.

#### *Matière travaillée*

- les types 1 et 2 (Planche 91) semblent procéder de deux stades de développement de la même usure. L'importance des altérations par microfractures et arrachements nous conduit à proposer l'hypothèse du travail des légumineuses ;

- pour le type 3, la diversité des types d'altération affectant les grains, le développement sur certaines pièces de petites zones d'homogénéisation, nous amènent à favoriser l'hypothèse d'un travail de végétaux ne contenant pas de graisse, plus probablement de céréales.

- le type 5 caractérise les surfaces entièrement ravivées.

### 3.2.2.4. Bilan de l'étude tracéologique des meules

Dans l'ensemble des usures observées, trois formes récurrentes témoignent d'un fonctionnement des objets comme meule pour le travail des légumineuses (types 1 et 2, Planche 91) ou de céréales (type 3). Un type d'état de surface nous semble résulter d'un ravivage général de la surface de la pièce. Notre référentiel expérimental ne permet pas d'interpréter la dernière catégorie d'usure reconnue sur les pièces.

Dans l'ensemble, les usures relatives au broyage des légumineuses dominent l'assemblage. Elles sont représentées sur un petit peu moins de la moitié des pièces. Elles sont documentées sur une large gamme de morphologie d'outil mais préférentiellement associées aux meules dites "classiques" de grande dimension. Le broyage de céréales vient en seconde position dans notre échantillon. Ici encore, une large gamme d'outil a été employée à l'exclusion des grandes meules. Des états de surface entièrement piqueté ne sont pas observés sur ces dernières, deux objets portent en revanche des traces d'un piquetage postérieur à la formation de l'usure.

### 3.2.3. Synthèse de l'analyse fonctionnelle des meules

<b>Etapes technologiques</b>	<b>Eléments de caractérisation des étapes</b>
<i>Choix des matières premières</i>	Utilisation préférentielle de basaltes non vacuolaires, ces derniers sont plus fréquemment associés aux petites meules rondes.
<i>Mises en formes</i>	L'assemblage comprend : - des mises en forme élaborées pour deux catégories de meules (grandes meules à ensellure et petites meules rondes) - la mise en forme sommaire de blocs naturels pour les autres.
<i>Variabilité morphologique</i>	Forte variabilité des dimensions, des formes en plan et en section. La série comprend : - des grandes meules à ensellure ; - des petites meules rondes ; - des meules réalisées sur support peu modifié dont des objets de petites dimensions ; - un fragment de grande meule entièrement mis en forme et présentant deux surfaces d'usure.
<i>Hypothèse fonctionnelle</i>	L'ensemble témoigne d'un fonctionnement avec répercutant associé essentiellement pour le travail de végétaux de type légumineuses et céréales. Pour une des formes d'usure, observée sur 5 pièces, la matière travaillée n'a pu être déterminée.
<i>Ravivage</i>	Certains états de surface correspondent à un ravivage total de la surface active (3 surfaces)
<i>Indices d'utilisation multiple</i>	—

tableau 86 : synthèse de l'étude des meules du Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). Précisons que le tableau ne mentionne pas les fragments de forme indéterminée.

### 3.3. Synthèse générale de l'étude de l'outillage travaillant en percussion posée diffuse

Le tableau 87 et le tableau 88 donne une synthèse des hypothèses fonctionnelles proposées pour les différentes catégories d'outil travaillant en percussion posée diffuse.

<b>Catégories typologiques</b>	<b>Investissement dans la mise en forme, réemploi</b>	<b>Variabilité morphologique</b>	<b>Fonctionnement</b>	<b>Matière travaillée</b>	<b>Entretien, ravivage</b>	<b>Indices d'utilisation multiple</b>
Molettes (62 objets)	mise en forme généralisée, seules quelques pièces témoignent d'une mise en forme sommaire de galets naturels	forme ovale en plan et en section dominante, variation des dimensions et certaines pièces de section parallépipédique ou plane-convexe.	- en couple pour toutes les pièces sauf pour un cas problématique - percussion posée, gestes variables souvent indéterminés	-légumineuses dominantes ; - céréales ; - matière minérale	Traces de ravivage sur 30% des pièces et ravivage généralisé sur plusieurs objets	—
Pilons-broyeurs (6 objets)	mises en forme généralisées	faible variabilité morphologique	- en couple ; - percussion posée et lancée	- usure relative au travail de céréales sur 3 pièces ; - le reste de l'assemblage est réparti entre matière minérale, légumineuse et une indéterminée	—	—

tableau 87 : synthèse de l'étude des outils actifs fonctionnant en percussion posée de Mallaha, niveau Ib (fouilles F. Valla et H. Khalayli).

<b>Catégories typologiques</b>	<b>Investissement dans la mise en forme, réemploi</b>	<b>Fonctionnement</b>	<b>Matière travaillée</b>	<b>Entretien, ravivage</b>	<b>Indices d'utilisation multiple</b>
Meules "classiques" à ensellure (7 objets)	mise en forme totale	faible variabilité morphologique	- en couple - percussion posée, gestes indéterminés probablement va-et-vient	- travail de légumineuses	
Meule à deux surfaces d'usure (1 objet)	mise en forme totale		- en couple ; - percussion posée et lancée	- travail de légumineuses	
Petites meules rondes (6 objets)	mise en forme totale	variabilité dans l'aménagement des bords des surfaces actives	- en couple - percussion posée, gestes indéterminés probablement va-et-vient	- légumineuses (1 pièce) et céréales (2 pièces) - trois indéterminées	une pièce entièrement ravivée
Meules sur support peu modifiés (5 objets)	mise en forme limitée à l'aménagement par piquetage du plan de travail	forte variabilité dans les formes et les dimensions des objets	- en couple ; - percussion posée, geste indéterminée	usures relatives au travail de légumineuses (2 pièces) et de céréales (2 pièces)	une pièce entièrement ravivée
Meules de petites dimensions (6 objets)	mise en forme limitée à l'aménagement par piquetage du plan de travail	forte variabilité dans les formes et les dimensions des objets	- en couple ; - percussion posée, geste indéterminée	- usures relatives au travail de légumineuses (1 pièce) et de céréales (1 pièce) – indéterminée pour trois pièces	une pièce entièrement ravivée

tableau 88 : synthèse de l'étude des outils passifs fonctionnant en percussion posée de Mallaha, niveau Ib (fouilles F. Valla et H. Khalayli).

### 3.3.1. Outillage et activités mises en évidence

Trois catégories générales d'outil ont été reconnues : les molettes, les pilons-broyeurs, les meules. Rappelons que de nombreux galets présentant des lustres ont été mis au jour. L'interprétation des états de surface reste, en l'état actuel de notre recherche méthodologique, difficile.

- **les outils actifs** : dans l'ensemble des outils actifs, les usures relatives au broyage de végétaux, majoritairement de légumineuses puis de céréales, dominant. Par ailleurs, certaines pièces portent des stigmates d'une utilisation pour le traitement de matière minérale. Aucune ne témoigne d'un fonctionnement sans répercutant associé.
- **les outils passifs** : dans l'assemblage des meules deux activités ont été identifiées, le broyage de légumineuses et de céréales. La variabilité morphologique au sein de cette classe d'outil est importante. Elle ne recouvre pas réellement des matières travaillées différentes pour autant que l'on puisse en juger. En effet, une des catégories d'usure retrouvée sur plusieurs pièces n'a pu être interprétée. Néanmoins, les meules à

ensillure peuvent être considérées comme spécialisées pour le broyage des légumineuses.

Dans son ensemble, si l'on met de côté le problème des galets lustrés, l'assemblage des outils utilisés en percussion posée diffuse apparaît donc spécialisé non seulement dans les types d'outil représentés qui sont peu diversifiés mais aussi dans les modes d'utilisation qui correspondent essentiellement au broyage de végétaux.

### **3.3.2. Caractérisation des modes de gestion de l'outillage utilisé en percussion posée diffuse**

#### **- état de conservation**

Des altérations *in situ* allant jusqu'à la fragmentation des pièces sont aussi clairement attestées sur le site. Une molette entière fragmentée en place a par exemple été mise au jour. Elles dénotent de la fragilité de cette matière. Cette fragilité peut être aussi perçue sur différentes pièces présentant des indices d'une altération importante de leur surface.

Cet état de conservation du matériel a imposé différentes limites à notre analyse, en particulier en ce qui concerne l'étude morphologique et tracéologique des pièces. Néanmoins il a été possible pour la plupart des pièces de proposer une diagnose fonctionnelle.

#### **- choix de la matière première**

Les molettes, les pilons-broyeurs et les meules ont été exclusivement réalisés en basalte. Nous n'avons retrouvé aucun exemple d'utilisation d'un autre type de roche, alors que le calcaire a pu être employé pour la réalisation d'outils de broyage tels que les pilons.

Différents types de basalte ont été utilisés, on remarque une préférence pour les matières non vacuolaires.

La sélection semble donc avoir été effectuée sur une catégorie générale de roche et dans une moindre mesure sur une certaine qualité de basalte (peu ou non vacuolaire). La disponibilité de ces roches dans l'environnement proche de Mallaha (on le retrouve en position secondaire à environ 5 km du gisement) a probablement joué un rôle déterminant. Les états de surfaces observés sur les pièces indiquent l'exploitation de galets de rivière mais aussi de blocs érodés non transportés par l'eau.

#### **- mise en forme**

La phase de mise en forme est essentiellement documentée dans ses derniers stades (finitions) observables sur les objets finis. La production de l'outillage n'a probablement pas été généralement réalisée sur le site. Cependant, la série comporte un nombre important de fragments de basalte dont la présence est difficile à expliquer. Plusieurs éclats sont aussi présents. Pour la majorité d'entre eux, le type de basalte ne correspond pas à celui préférentiellement utilisé pour la production d'outils de broyage. On note par ailleurs la présence d'une possible préforme de petite meule ronde.

Les mises en forme sont plus ou moins élaborées selon les objets. Elles peuvent être limitées pour les molettes comme pour les meules à un simple aménagement de la surface active et de sa périphérie. Les molettes sont généralement entièrement travaillées. Les flancs des pièces

indiquent des finitions variables. Mais les formes produites apparaissent en définitive très standardisées. En ce qui concerne les meules, une grande partie de l'assemblage témoigne d'une utilisation opportuniste de blocs de basalte après une mise en forme sommaire. Les différents investissements dans la production des outils expliquent l'importante variabilité morphologique au sein de cette série.

- **cycle utilisation - ravivage**

— les molettes et pilons–broyeurs :

De deux types principaux de percutants ont été différenciés : les molettes (forme aplatie) et les pilons-broyeurs (forme allongée). Les morphologies de ces outils semblent correspondre à priori à des fonctionnements différents : percussion posée et probablement lancée pour les pilons-broyeurs (la forme allongée de l'outil offrant le type de préhension nécessaire pour un geste de percussion lancée), uniquement posée pour la molette. Une autre différence réside dans les dimensions des surfaces actives, beaucoup plus grandes en moyenne pour les molettes.

L'étude des surfaces d'usure tend à confirmer l'hypothèse de modes de fonctionnement différents des deux outils. Les traces d'une utilisation en percussion lancée sont généralement marquées sur les pilons–broyeurs et absentes sur les molettes. Les études tracéologiques indiquent que les pilons–broyeurs sont préférentiellement associés à des usures relatives au broyage de céréales. Cependant, celles-ci sont aussi observées sur les molettes, en particulier celles réalisées sur support peu modifié. Il n'y a donc pas de séparation nette entre les deux types d'outil en ce qui concerne les types de matières travaillées.

L'assemblage des molettes se caractérise par une grande homogénéité. Les variations observées dans les dimensions des pièces, les degrés de convexité des surfaces actives ne sont pas corrélées avec des types d'usure spécifiques. Ces variations pourraient donc traduire celles du bloc d'origine dans lequel la pièce a été réalisée ou encore résulter d'une réduction au cours de l'utilisation.

En définitive, parmi les outils actifs, si des groupes apparaissent spécifiques dans leur mode d'utilisation, ce sont peut être les pilons – broyeurs et les molettes réalisées sur support peu modifié. L'échantillon de ces objets apparaît cependant trop limité pour pouvoir réellement conclure.

Dans l'ensemble, la gamme des matières travaillées reconnues est limitée : légumineuse, céréales ainsi qu'une matière minérale. Les usures relatives au broyage de légumineuses sont les plus fréquentes. L'outillage apparaît ainsi très spécialisé.

— les meules :

Pour les répercutants, deux types de fonctionnement différents ont été opposés : ceux des grandes meules et des pièces de plus petites dimensions, circulaires ou non, imposant des gestes et quantités de matière travaillée variables.

Alors que la plupart des répercutants montrent des types d'usure divers, les meules à ensellure sont presque systématiquement associées au broyage de légumineuse. Il est possible qu'elles représentent des outils spécialisés pour ce type de travail. Les dimensions



des surfaces actives laissent supposer le traitement de quantité importante de matière. Par ailleurs, l'investissement dont elles témoignent pour leur mise en forme pourrait indiquer l'importance économique de cette activité.

— complémentarité percutant – répercutant

Pour les deux catégories d'outils, les mêmes types d'usure dominent l'assemblage. Cependant, certains états de surface sont documentés uniquement sur l'une des catégories d'objet : les stigmates indiquant le broyage de matières minérales sont par exemple uniquement retrouvés sur les molettes. Les usures de type 4, si elles procèdent effectivement d'une utilisation de la pièce, sont reconnues sur les percutants et non sur les répercutants.

La majeure partie des percutants apparaît plus adaptée à un travail en association avec des meules de grandes dimensions. Les pilons – broyeurs seraient à priori plus appropriés pour un travail en combinaison avec les répercutants de petite taille, sur support non modifiés ou les meules rondes. La distribution des types d'usure, en particulier celles relatives au broyage des céréales, va en partie dans le sens d'une telle corrélation. Cependant encore une fois, nous ne constatons de pas d'association stricte entre un type d'outil et d'usure.

— ravivage

Les indices de ravivage sont fréquents dans l'assemblage des meules et des molettes. En particulier, un piquetage de la surface postérieur à la formation de l'usure est documenté sur un nombre important de pièce.

Dans l'ensemble des molettes, lorsque la surface n'est pas entièrement ravivée, ce piquetage est parfois aléatoire mais apparaît dans plusieurs cas concentré sur certaines zones de la pièce.

Par ailleurs, certains objets pourraient témoigner d'un autre procédé de ravivage : plusieurs pièces présentent des négatifs d'enlèvement rasants partant du flanc et se développant sur la face active. Deux éclats ont été retrouvés montrant une surface d'usure en face supérieure. Ainsi, nous pouvons émettre l'hypothèse de ravivages effectués par enlèvements rasants à partir des flancs de la pièces.

- **recyclage et réemploi**

Les indices de recyclages, plus généralement d'utilisations multiples ou plurifonctionnelles des pièces sont absents. Ceci à l'exception des réemplois comme pierre de construction ou élément de structuration de l'espace qui apparaissent peu fréquents.

- **abandon**

Comme nous l'avons précédemment mentionné, l'assemblage est caractérisé par une importante fragmentation. Ceci n'est pas particulier à l'outillage mais général à tout le matériel de basalte récolté à Mallaha. En ce qui concerne les outils de broyage, dans la plupart des cas, les fractures semblent correspondre à des plans de clivage internes ou à des formes d'altérations naturelles de la roche. Des délitages *in situ* résultant d'une altération post-dépositionnelle des pièces ont été constatés. Certaines fractures pourraient par ailleurs être liées à un travail de ravivage. Peut être faut-il envisager des fragmentations au cours de l'utilisation selon des plans de faiblesse internes. Cependant, ceux-ci auraient théoriquement du être détectés lors de la fabrication.

Nous avons remarqué lors des fouilles, une concentration du matériel entier à l'intérieur des structures, entre elles, les zones de cailloutis sont en revanche riches en matériel fragmenté. Cette hypothèse reste à confirmer. Une telle répartition spatiale pourrait indiquer un bris de matériel au cours de son cycle d'utilisation et un rejet dans les zones de cailloutis.

# Chapitre 6. Analyse comparée des séries étudiées

Nous effectuerons dans ce chapitre une analyse comparée des résultats obtenus en nous intéressant aux aspects suivants :

1. la comparaison des données de la grotte et de la terrasse d'Hayonim sera envisagée selon une problématique particulière : celle de l'utilisation sur un même site de deux "structures d'accueil" (grotte et terrasse) et de leur relation ;
2. pour les deux séries de Mallaha (provenant des fouilles anciennes et récentes), nous tenterons une étude diachronique des modes de gestion et d'utilisation de l'outillage plat ;
3. en guise de synthèse générale, nous ferons le point sur les différents types d'outils représentés dans les assemblages, leur importance relative au sein de l'outillage en pierre, leur mode de production et d'utilisation.

## 1. La grotte et la terrasse d'Hayonim

La question des relations entre la grotte et la terrasse d'Hayonim constitue une problématique spécifique que l'on retrouve pour d'autres sites natoufiens présentant une occupation combinée de ces deux espaces (en particulier El Wad). L'étude effectuée par Bar-Yosef et Belfer-Cohen (sous presse) pour le site d'Hayonim s'est intéressée aux questions suivantes :

- celle de la contemporanéité des occupations entre la grotte et la terrasse ;
- celle d'une éventuelle division spatiale des modes d'occupation pratiqués par les préhistoriques pour les deux emplacements.

Nous ne disposons pas de témoin stratigraphique établissant un lien entre les deux implantations. Par ailleurs, si l'occupation de la grotte est bien connue, celle de la terrasse pose différents problèmes. Plusieurs niveaux natoufiens ont été identifiés lors des fouilles d'Henry (Henry et Ar. Leroi-Gourhan, 1976 ; Henry *et al.*, 1981). Ces travaux attestent d'une utilisation du site au Natoufien ancien, néanmoins, selon Bar-Yosef et Belfer-Cohen (sous presse), l'échantillon lithique récolté lors de ces campagnes n'autorise pas de comparaison avec le matériel de la grotte.

Les fouilles effectuées par F. Valla portent sur un niveau d'occupation de la terrasse attribué au Natoufien récent. L'étude de Bar-Yosef et Belfer-Cohen (*op cit.*) conclue à une coïncidence entre ce niveau et la dernière partie de la séquence de la grotte.

En se fondant sur l'analyse des *loci*, caches et sépultures de la grotte, les auteurs posent l'hypothèse d'une utilisation rituelle de celle-ci. Elle aurait pu débiter au Natoufien ancien par l'établissement du *locus* 3 dans l'entrée, structure qui apparaît unique sur différents aspects. Les auteurs proposent d'y voir la place du "shaman" ou du chef d'un village établi sur la

terrasse. Ce mode d'utilisation spécifique de la grotte se serait poursuivi tout au long de son occupation. La terrasse aurait été essentiellement utilisée pour des activités domestiques.

Une dichotomie entre espace domestique (terrasse) et rituel (grotte) est aussi proposée par Goring-Morris (1995b) pour le site d'El Wad. Cette hypothèse n'est cependant pas retenue par Weinstein-Evron (1998).

Quel peut être l'apport du matériel de broyage concernant le problème des relations entre la grotte et la terrasse d'Hayonim ?

## 1.1. Comparaison en fonction des catégories d'outil

Pour le Natoufien récent, la comparaison des deux séries s'avère difficile en raison des différences de taille des échantillons. Le faible effectif de certaines des catégories d'outil se prête mal à la réalisation de tests statistiques.

Nous rappelons dans le tableau 89 et la figure 17 la composition des deux assemblages :

Type	Hayonim Terrasse	Grotte d'Hayonim
Mortiers et pierres à cupule	7	46
Pilons	5	88
Molettes	5	9
Bouchardes	1	-
Galets et blocs utilisés bruts	12	141
Pierres à sillon	7	3
Débitage	11	41
Fragments indet.	8	23
sans traces	109	-
<i>Total</i>	<i>164</i>	<i>351</i>

tableau 89 : répartition des assemblages attribués au Natoufien récent pour la grotte et la terrasse d'Hayonim selon la typologie de Wright.

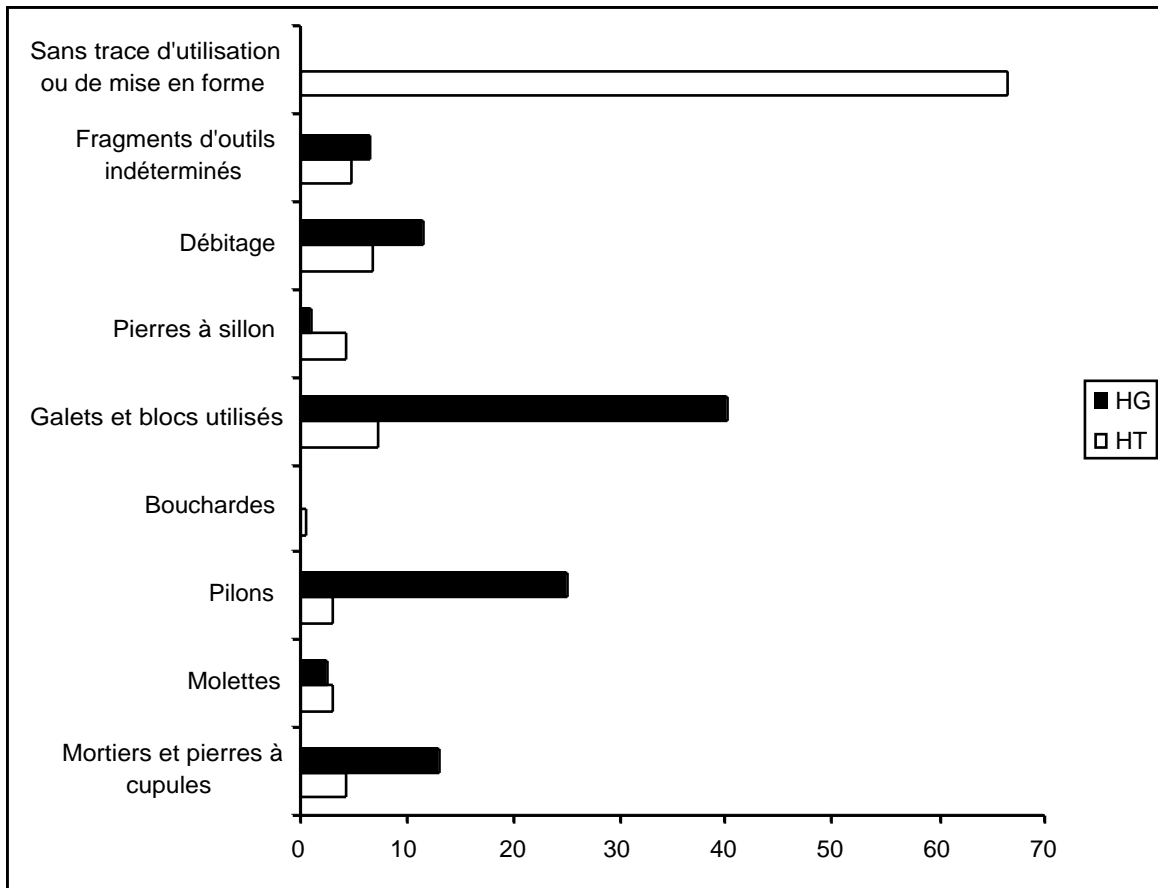


figure 17 : répartition des assemblages attribués au Natoufien récent de la grotte (HG) et de la terrasse (HT) d'Hayonim en fonction de la typologie de Wright, selon les pourcentages.

### 1.1.1. Les objets ne portant pas de traces d'usage ou de mise en forme

Une différence essentielle apparaît tout d'abord dans la catégorie des objets ne portant pas de traces d'utilisation. Leur absence au sein de l'assemblage de la grotte d'Hayonim est en effet remarquable. Pour cette série, les indices de réemplois et de recyclages des outils contribuent par ailleurs à donner l'image d'une exploitation intensive des matériaux sur le site.

Pour l'assemblage de la terrasse, le fort effectif des pièces ne portant pas de trace d'utilisation ou de transformation est, nous semble-t-il, en partie inhérent à une récolte très minutieuse lors des fouilles. Les dimensions des pièces enregistrées sont assez réduites et il est probable qu'une portion du matériel analysé dans la série de la terrasse se retrouve dans les refus de tamis pour la grotte, refus dont l'analyse n'a pas été effectuée dans ce travail. Dans l'assemblage de la terrasse, la plupart de ces pièces sont des fragments et, pour une certaine proportion d'entre elles (en particulier les objets de calcaire), un apport ou une fracturation anthropique reste à démontrer.

Même si les outils de pierre n'ont probablement pas été fabriqués *in situ* pour les deux sites, la présence de fragments de roche nous semble plus cohérente avec l'image d'une société utilisant, ravivant, cassant des outils.

### **1.1.2. Remarques concernant les autres catégories de vestige**

Pour le reste de l'outillage, différentes remarques peuvent être faites :

- les molettes et pilons sont représentés dans des proportions identiques sur la terrasse tandis que les différences d'effectif, au détriment des molettes, sont importantes dans la grotte ;
- les galets utilisés bruts sont nettement plus abondants dans la grotte, ils comprennent essentiellement les différentes catégories de percuteur distinguées par Belfer-Cohen (1988c) ainsi que les *muller* et *proto-muller* ;
- certains types d'outils ont été trouvés uniquement sur l'un des sites : palet ou marel sur la terrasse, *muller* dans la grotte. Par ailleurs, les *heavy duty tool* (classés dans la catégorie débitage) ne sont représentés que par une seule pièce sur la terrasse contre 41 dans la grotte.

Enfin, l'ensemble des outils fonctionnant en percussion posée diffuse est plus diversifié dans la grotte.

## **1.2. Comparaison en fonction des modes d'utilisation**

Nous présentons dans le tableau 90 et le tableau 91 un récapitulatif des données issues de l'analyse fonctionnelle des pièces travaillant en percussion posée diffuse. Pour la grotte d'Hayonim, le matériel attribuable au Natoufien récent comprend trois molettes, trois galets lustrés, deux des pilons réemployés pour le travail de la peau ainsi qu'une pièce foliacée.

### 1.2.1. Récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour l'assemblage de la grotte d'Hayonim

Types d'outils	Hypothèses fonctionnelles	Remarques
Molettes (5 pièces)	travail de la peau avec adjuvant de type eau	
Galets lustrés (12 pièces)	travail de la peau probablement avec ocre et graisse (3 indéterminés)	mode de fonctionnement plus complexe sur 2 pièces associant différents types de stigmates
Pilon-Broyeur et réemploi de fragments de pilons (6 objets)	travail en percussion lancée et posée associée à un répercutant, matière travaillée : possibles végétaux non ligneux ne contenant pas de la graisse, comprenant deux pièces avec réemploi des extrémités pour le travail de la peau - une pièce avec réemploi des faces, travail de végétaux ligneux possible, sans répercutant associé	possible réemploi de pilon après fracturation
Pilons plats (6 pièces)	travail de la peau sur les faces et les extrémités (1 indéterminé)	
Pièces avec utilisation des flancs : - pièces foliacées (3 objets) - proto-muller (2 objets)	travail en percussion lancée et posée de végétaux ligneux	possible variation de fonctionnement entre les deux catégories d'outil
1 Pièce triangulaire	possible travail de la peau	
1 Fragment de mortier	possible broyage d'ocre	réemploi après fragmentation

tableau 90 : récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour le matériel de la grotte d'Hayonim (toutes périodes confondues) fonctionnant en percussion posée diffuse. En grisé : usure relative au broyage de végétaux.

## 1.2.2. Récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour l'assemblage de la terrasse d'Hayonim

Types d'outils	Hypothèses fonctionnelles	Remarques
Molettes (4 pièces)	<ul style="list-style-type: none"><li>• broyage de céréales</li><li>• broyage d'ocre</li><li>• indéterminé : possible travail sans répercutant associé pour le travail de végétaux ligneux</li></ul>	
Fragment de pilon (2 pièces)	<ul style="list-style-type: none"><li>• broyage de céréales</li><li>• 1 indéterminé</li></ul>	réemploi des faces

tableau 91 : récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour le matériel de la terrasse d'Hayonim (fouilles F. Valla) fonctionnant en percussion posée diffuse. En grisé : usure relative au broyage de végétaux.

## 1.2.3. Variation selon les sites

Pour la grotte d'Hayonim, les études tracéologiques ont mis en évidence essentiellement des activités liées au travail de la peau ou de végétaux ligneux. En revanche, le broyage de végétaux (céréales) est bien attesté sur la terrasse ceci en dépit du faible effectif de l'assemblage.

Nous ne pouvons écarter l'hypothèse que les différences observées soient liées à un biais dû à la distribution spatiale des vestiges pour la terrasse. La zone fouillée ne représente en effet qu'une petite proportion de l'implantation natoufienne. La quasi-absence d'indice d'un broyage de matière végétale dans la grotte peut être cependant considérée comme significative. La seule pièce pour laquelle un tel mode d'utilisation a été proposé est un pilon présentant une extrémité active en forme de sabot (pièce 55). Des expérimentations supplémentaires concernant les fonctionnements en percussion lancée et posée sont nécessaires afin de confirmer cette hypothèse.

Nous pouvons ainsi conclure à une variation des modes d'utilisation de l'outillage plat entre les deux séries. Les résultats issus de l'analyse tracéologique semblent conforter l'hypothèse d'une division des activités entre la grotte et la terrasse.

## 2. Mallaha, une possible étude diachronique ?

Le site de Mallaha est un des rares gisements pour lequel la séquence entière du Natoufien est documentée et en particulier la période du Natoufien final qui reste par ailleurs mal connue.

Cependant, pour l'étude comparative des différents niveaux natoufiens, nous nous sommes heurté au problème d'une perte importante d'informations sur la série issue des fouilles anciennes. Nous avons dû travailler sur un échantillon réduit du matériel, constitué principalement d'objets provenant du niveau IV (Natoufien ancien). Les fouilles récentes, concentrées sur le niveau final de l'occupation, ayant permis de récolter un échantillon



conséquent d'outils de broyage, nous pouvons en définitive envisager la comparaison de deux ensembles pour Mallaha, celui du Natoufien ancien et final.

Certaines limites concernant la représentativité de ces échantillons doivent être mentionnées :

- pour le niveau Natoufien ancien, l'échantillon considéré correspond aux campagnes réalisées entre 1971 et 1976 et non à la totalité des vestiges mis au jour pour ce niveau d'occupation. Il documente en grande partie le remplissage de structure ;
- pour l'assemblage Natoufien final, l'ensemble pris en compte provient essentiellement des fouilles récentes effectuées par F. Valla et H. Khalaily. Si la zone ouverte ne représente qu'une partie de la totalité du site, celle-ci est néanmoins étendue et prend en compte intérieur en extérieur des structures. Cependant, les travaux de terrain sont en cours et la totalité du remplissage appartenant au Natoufien final n'a pas été fouillée.

C'est donc en gardant ces problèmes d'échantillonnage en mémoire qu'il faut aborder l'étude comparative des collections du Natoufien ancien et final analysées dans notre travail.

## **2.1. Comparaison en fonction des catégories d'outil représentées**

La distribution des deux assemblages en fonction de la typologie de Wright est donnée dans le tableau 92 et la figure 18.

<b>Catégorie</b>	<b>IV – Natoufien ancien</b>	<b>Ib – Natoufien final</b>
Meules	1	35
Vases – mortiers	7	28
Molettes	4	68
Pilons	24	36
Bouchardes – sphères	5	2
Galets polis	0	176
Autres ut. bruts	27	10
Pierres à rainure	14	3
Débitages	11	61
Fragments indet.	6	137
Divers	86	0
<i>Total</i>	<i>185</i>	<i>556</i>

tableau 92 : répartition des échantillons du Natoufien ancien et final de Mallaha d'après la typologie de Wright. Abréviations : Autres ut. bruts = autres objets utilisés bruts ; Fragment indet. = fragment de matériel de broyage indéterminé.

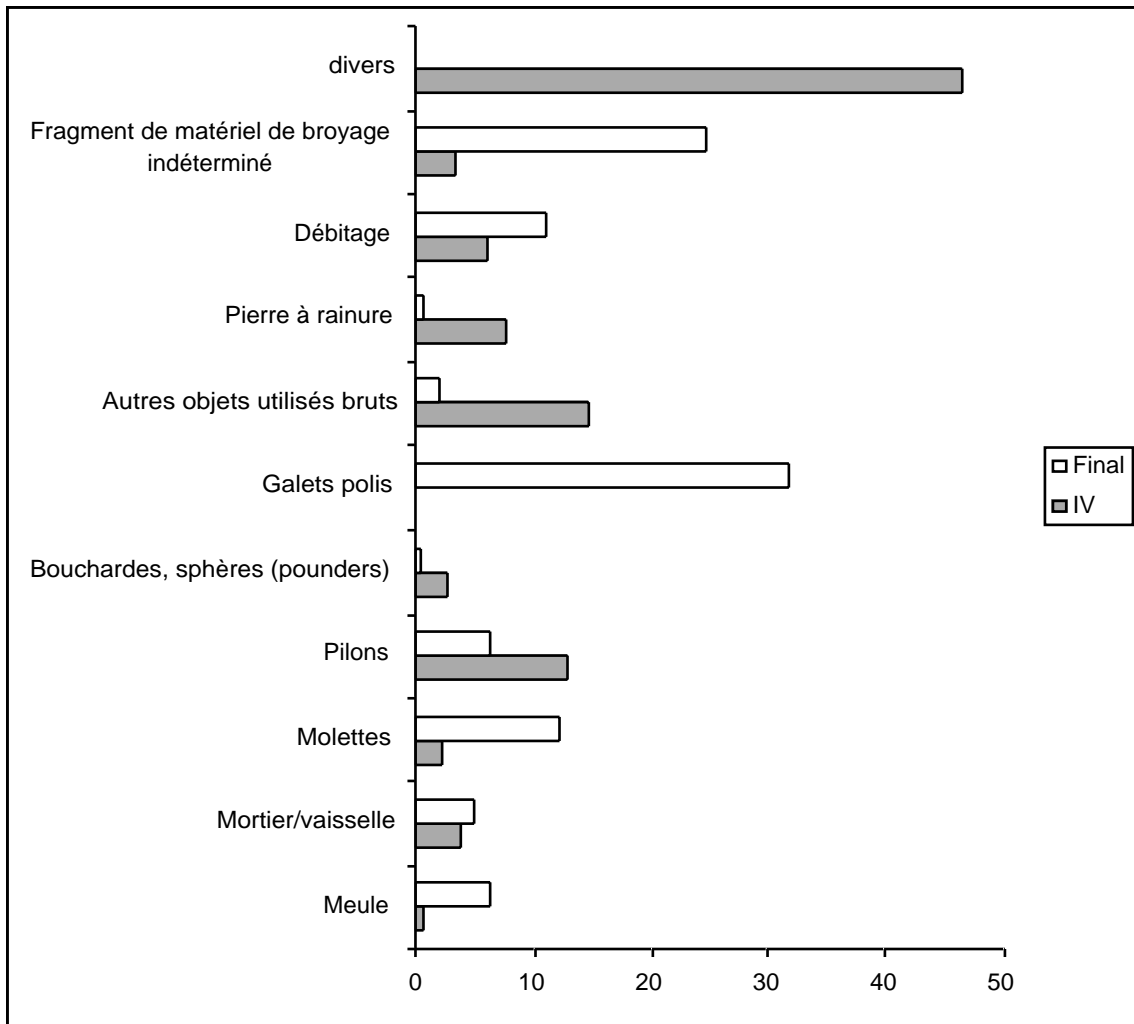


figure 18 : distribution des échantillons du Natoufien ancien et final de Mallaha d'après la typologie de Wright, les valeurs sont données en pourcentage.

### 2.1.1. Les objets "divers", les fragments indéterminés et les galets polis

Les principales différences apparaissent dans les classes des objets "divers", des fragments de matériel de broyage indéterminés et des galets polis.

Elles sont en partie inhérentes aux procédés d'analyse des assemblages. Par exemple, pour le niveau IV, les objets classés dans la catégorie "divers" correspondent en partie à des petits galets entiers ou fragmentés. Or, pour l'étude du matériel issu des fouilles récentes, nous n'avons retenu que les pièces portant des stigmates évidents d'utilisation. Les galets et fragments ne portant pas de traces d'utilisation et de transformation n'apparaissent donc pas dans la répartition effectuée.

Nous ne retrouvons cependant pas dans le niveau Natoufien final d'indice d'une collecte intensive de petits galets alors que celle-ci est attestée pour la grotte d'Hayonim. Dans l'ensemble IV de Mallaha, ces galets semblent avoir été découverts, pour la majorité d'entre eux, dans des zones de concentration (carrés O5 / O6 et P5 / P5, démontage des sols IV a et

IV b). Ceci pourrait être aussi le cas des pierres à rainures (P5 / P6). Ainsi, l'importance de ces objets dans l'assemblage du niveau IV semble en partie résulter de la structuration spatiale des activités, des modes de stockage des objets. Ces hypothèses restent à vérifier.

De même, les différences observées dans la catégorie des fragments de matériel de broyage indéterminés pourraient s'expliquer en partie par un biais induit par la répartition spatiale des vestiges. Il serait nécessaire de tester pour les différents niveaux du site les différences de taux de fragmentation des vestiges entre intérieur et extérieur des structures. Il est possible que les zones extérieures aux structures aient en partie fonctionné comme aire de rejet et comportent un matériel en moyenne plus fragmenté. Or, l'échantillon du niveau Natoufien ancien est essentiellement constitué d'artefacts provenant du remplissage de structures alors que celui du Natoufien final documente les deux types de zone.

Les galets polis sont absents de l'assemblage attribué au Natoufien ancien. Nous rappelons que l'interprétation des pièces classées dans cette catégorie pour le niveau Natoufien final n'est pas sans poser problème.

### **2.1.2. Les outils de broyage**

L'assemblage du Natoufien final est caractérisé par une fragmentation intense des outils, cette fragmentation nous semble moindre dans les collections anciennes (cependant ceci pourrait résulter du mode de collecte des objets lors de la fouille ou encore d'un biais induit par la localisation des zones fouillées). Malgré cela, et plus particulièrement si l'on considère l'ensemble de la collection ancienne, nous constatons une baisse de l'importance des formes creuses par rapport aux formes plates au cours de la séquence natoufienne. On note par ailleurs une quasi-absence de mortier de grande taille dans l'assemblage du Natoufien final : un fragment de grand mortier a été utilisé comme pierre de construction, un probable objet de ce type provient des fouilles anciennes.

La place du Natoufien récent dans cette évolution ne peut être évaluée pour Mallaha en raison du faible effectif d'artefacts attribués à ce niveau d'occupation dans l'échantillon étudié.

## **2.2. Comparaison en fonction des modes d'utilisation**

Le tableau 93 et le tableau 94 présentent un récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour les objets utilisés en percussion posée diffuse provenant du niveau IV et Ib (fouilles récentes) de Mallaha.

Types d'outils	Hypothèses fonctionnelles	Remarques
Molettes (2 pièces)	<ul style="list-style-type: none"> <li>fonctionnement sans répercutant associé, travail de la peau</li> <li>fonctionnement en couple, broyage de matière animale</li> </ul>	pièce avec fonctionnement sans répercutant associé, possible utilisation plurifonctionnelle ou réemploi
Meules (1 objet)	broyage de légumineuses	
Galets utilisés bruts (2 objets)	fonctionnement sans répercutant associé, matière indéterminée	
Pièces avec utilisation des flancs (1 objet)	fonctionnement en percussion lancée et posée, travail de végétaux ligneux	rapprochement possible avec les <i>muller</i>

tableau 93 : récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour le matériel natoufien ancien de Mallaha (fouilles J. Perrot) fonctionnant en percussion posée diffuse. En grisé : usure relative au broyage de végétaux.

Type	Hypothèse fonctionnelle	Remarques
Molettes	broyage de légumineuses observé sur 37 surfaces soit 23 pièces	traces de ravivage sur 30 % du matériel, type d'usure pouvant être interprété comme correspondant à un ravivage total de la surface.
	broyage de céréales observé sur 23 surfaces soit 19 pièces	
	broyage de matière minérale observé sur 5 surfaces soit 5 pièces	
Meules	broyage de légumineuses observé sur 17 surfaces soit 16 pièces	traces de ravivages et usure correspondant à un ravivage total des surfaces
	broyage de céréales observé sur 6 surfaces soit 5 pièces	

tableau 94 : récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour les meules et molettes de l'assemblage natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily). En grisé : usure relative au broyage de végétaux.

Le tableau 94 peut être complété par les objets attribués au niveau Ib et Ic mis au jour lors de fouilles anciennes. Ils comprennent :

- deux molettes dont la matière travaillée est indéterminée pour une, l'autre porte les stigmates d'un fonctionnement en "pierre à polir" ayant probablement servi au travail de la peau.
- par ailleurs trois meules sont attribuées à ces niveaux. L'une d'elles illustre le broyage de légumineuses, une autre a probablement été utilisée en planche ou support mais non en meule et la dernière nous semble indiquer le travail de différents matériaux ou encore une utilisation plurifonctionnelle.

Malgré le faible effectif des objets étudiés pour le Natoufien ancien, l'image générale ressortant de cette analyse peut être résumée comme suit :

Le matériel utilisé en percussion posée diffuse semble être plus diversifié au Natoufien ancien, comprenant des fonctionnements pour le travail de la peau et peut être de végétaux ligneux. La présence d'une meule ayant probablement été utilisée pour le broyage de légumineuses pourrait indiquer une longue tradition d'exploitation de ces végétaux sur le site de Mallaha. Le broyage de végétaux est attesté dans des proportions beaucoup plus importantes dans la série du Natoufien final, il comprend essentiellement légumineuses et

céréales. L'assemblage du Natoufien final apparaît ainsi très spécialisé sur le traitement des végétaux pour la production de farine. Cependant, les galets lustrés, présents en grand nombre, pourraient nuancer cette image ; des études à venir devront permettre d'établir s'ils ont été ou non utilisés. Par ailleurs, une pierre à polir mise au jour lors des fouilles anciennes est attribuée au niveau Ib.

Ainsi, l'assemblage de Mallaha pourrait indiquer le développement des outils de broyage travaillant en percussion posée à la fin du Natoufien et une spécialisation de ces objets vers des activités de broyage des légumineuses et des céréales. Une comparaison de l'ensemble des séries étudiées nous permettra d'établir si la tendance observée est spécifique ou non à ce site.

### 3. L'outillage utilisé en percussion posée

L'étude comparée de l'ensemble des séries sera effectuée dans cette dernière section en considérant chacune des différentes catégories d'artefact travaillant en percussion diffuse posée. Nous discuterons tout d'abord de l'importance de cet outillage au sein des sites. Nous garderons pour cette synthèse la différenciation établie entre les assemblages de la grotte et de la terrasse d'Hayonim, des fouilles anciennes et récentes de Mallaha. Nous préciserons si nécessaire l'attribution stratigraphique des outils.

#### 3.1. Son importance au sein du mobilier de pierre

<b>Catégories de vestige</b>	<b>La grotte d'Hayonim</b>	<b>La terrasse d'Hayonim</b>	<b>Mallaha, fouilles J. Perrot (échantillon 71 – 76)</b>	<b>Mallaha, Natoufien final (Ib), fouilles F.R. Valla et H. Khalayli</b>
<i>Le mobilier de pierre</i>	660	164	226	556 (artefacts en basalte)
<i>Le matériel de broyage</i>	244	17	62	Pas d'outil de broyage en calcaire à l'exception de pilons sur galets non transformés
<i>Les outils de broyage en basalte</i>	162	12	57	304 dont 137 indéterminés
<i>Les outils de basalte travaillant en percussion posée</i>	37	5	14	103
<i>Autres roches pour lesquelles des utilisations en percussion posée diffuse sont documentées</i>	- pilons plats en calcaire - galets lustrés en calcaire - muller en calcaire	- un galet lustré en calcaire	- galets de calcaire avec plages striées - disques plats en calcaire ?	- abraseur en grès - galets lustrés en calcaire - possible proto-muller en calcaire

tableau 95 : décompte du mobilier de pierre, du matériel de broyage et des outils de basalte fonctionnant en percussion posée pour les assemblages natoufiens de la grotte et de la terrasse d'Hayonim, de Mallaha (fouilles anciennes et récentes).

Le tableau 95 donne, pour chacun des sites étudiés, le décompte de l'ensemble du mobilier de pierre, du matériel de broyage et des outils de basalte fonctionnant en percussion posée. Pour la majorité des sites, les artefacts utilisés en percussion posée diffuse représentent une faible proportion de l'outillage ceci à l'exception du niveau Natoufien final de Mallaha.

Par rapport au matériel de broyage, la part des outils travaillant en percussion posée est de 13,5% pour la grotte d'Hayonim, 29,4% pour la terrasse, 22,6% pour l'assemblage des fouilles anciennes de Mallaha et 61,7% pour le niveau Ib du même site. Ces artefacts sont les mieux représentés dans les séries datant du Natoufien récent (la terrasse d'Hayonim) et final (Mallaha). Pour le Natoufien final de Mallaha, meules et molettes constituent la catégorie d'outil de broyage dominante. Sur ce dernier site, un remplacement des formes creuses par les formes plates a par ailleurs été proposé. Ces données conforteraient donc l'hypothèse proposée par Wright (1992a ; 1994) d'une augmentation de l'importance de l'outillage plat à la fin du Natoufien.

Cependant, pour le Natoufien récent de la grotte d'Hayonim, nous n'observons pas une augmentation de l'importance relative des outils utilisés en percussion posée comme l'indique la figure 19.

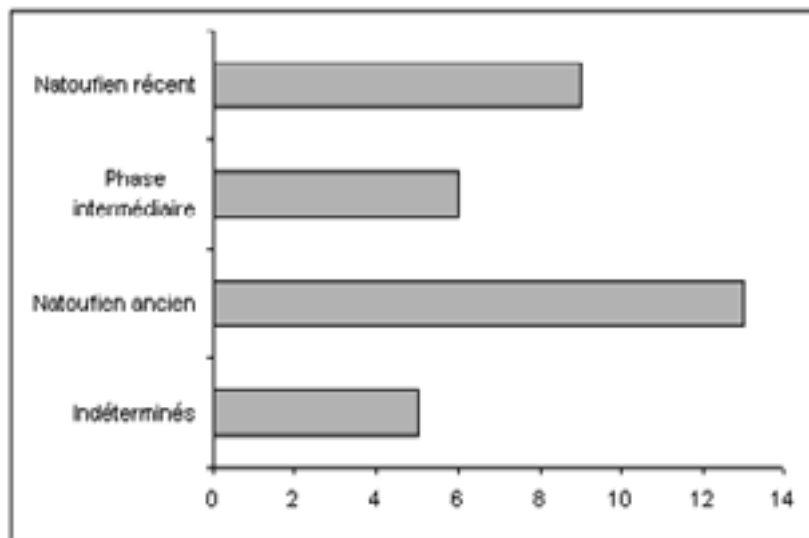


figure 19 : répartition des outils fonctionnant en percussion posée de la grotte d'Hayonim au sein des différents niveaux natoufiens.

Ces répartitions générales sont en fait difficiles à interpréter étant donnée la diversité des modes d'utilisation des outils mise en évidence par leur étude fonctionnelle. Ces données doivent donc être précisées en prenant en compte les différentes catégories de vestiges représentées dans les séries, l'analyse technologique et fonctionnelle de l'outillage.

### 3.2. Différentes catégories d'outil

Le tableau 96 présente un bilan des différentes catégories d'outils de basalte fonctionnant en percussion posée diffuse pour chacune des séries étudiées.

<i>Catégories typologiques</i>	<i>La grotte d'Hayonim</i>	<i>Hayonim Terrasse</i>	<i>Mallaha, fouilles J. Perrot</i>	<i>Mallaha, Natoufien final, fouilles F.R. Valla et H. Halayli</i>
<i>Molettes</i>	5	4	6	62
<i>Galets utilisés bruts</i>	12	—	5	Présence mais interprétation problématique
<i>Pilons-broyeurs</i>	2 possibles	—	—	6
<i>Pièces avec utilisation des flancs</i>	5	—	2	—
<i>Pierre à polir</i>	—	—	2	—
<i>Pilons plats</i>	6	—	2 probables et 1 pilon plat miniature	—
<i>Divers</i>	1 Pièce triangulaire	—	—	—
<i>Réemploi</i>	4 fragments de pilon	1 fragment de pilon	—	—
<i>Meule entièrement mises en formes</i>	1 possible meule à sillon	—	2	15
<i>Meule avec mise en forme partielle</i>			1	10
<i>Fragment de forme indéterminée</i>				10
<i>Dalle utilisée brute</i>	—	—	1	—
<i>Réemploi</i>	1 fragment de mortier	—	—	—

tableau 96 : les différentes catégories d'outils de basalte fonctionnant en percussion posée reconnues dans les assemblages natoufiens de la grotte d'Hayonim, de la terrasse d'Hayonim et de Mallaha (fouilles anciennes et récentes). Sans trame : les outils actifs ; en grisé : les outils passifs.

#### *Des assemblages plus ou moins diversifiés*

L'outillage utilisé en percussion posée diffuse est plus ou moins diversifié selon les sites. Les assemblages de la grotte d'Hayonim et des fouilles anciennes de Mallaha (comportant essentiellement des objets attribués au Natoufien ancien) sont les plus variés. Si l'étendue de la zone fouillée et le faible effectif d'artefacts peut en partie expliquer le nombre limité de

catégories d'outils reconnues dans la série de la terrasse d'Hayonim, ceci n'est pas le cas pour le Natoufien final de Mallaha. Dans ce niveau, l'outillage utilisé en percussion posée est essentiellement représenté par trois catégories de vestiges, les molettes, les pilons-broyeurs et les meules.

Une spécialisation de l'outillage utilisé en percussion posée diffuse pourrait ainsi caractériser la fin du Natoufien.

### *Omniprésence des éléments actifs et absence d'éléments passifs*

Deux catégories de vestiges sont retrouvées dans toutes les séries : les molettes et galets utilisés bruts. Elles correspondent à des outils actifs. Les éléments passifs ne sont en revanche bien attestés que pour le site de Mallaha. Le seul objet témoignant d'une mise en forme totale dans la série de la grotte d'Hayonim est problématique puisque fragmenté et évoquant une forme spécifique de meule (meule à sillon) qui est inconnue pour ces régions.

L'assemblage de Mallaha se singularise ainsi par l'importance des meules qui sont représentées dès la période ancienne de l'occupation natoufienne. Ce constat apporte certaines nuances à l'hypothèse d'un développement de l'outillage plat à la fin du Natoufien.

### *Des outils spécifiques à certains sites*

- les **pièces avec utilisation des flancs** sont représentées dans les séries de la grotte d'Hayonim et des fouilles anciennes de Mallaha où elles ont été retrouvées dans des niveaux correspondants au Natoufien ancien. La grotte d'Hayonim a livré par ailleurs 41 objets de ce type en calcaire, les *muller*. Ils semblent correspondre aux formes typiques alors que nous retrouvons dans l'assemblage des basaltes des outils moins standardisés, réalisés sur des fragments ou des galets et pour lesquels la mise en forme se limite probablement à un aménagement des flancs. Les traces d'usage, leur localisation indiquent que les objets en basalte et en calcaire correspondent très probablement la même catégorie d'outil. Ces artefacts apparaissent ainsi caractéristiques du site de la grotte d'Hayonim.
- les **pilons plats** sont également largement mieux représentés dans l'assemblage de la grotte d'Hayonim et semblent constituer une autre particularité du site. L'ensemble des collections des fouilles anciennes de Mallaha conservées au dépôt archéologique de Romema comprend 252 pilons parmi lesquels nous n'avons identifié que deux possibles fragments de pilons plats ainsi qu'un objet de ce type de très petites dimensions.
- les **pierres à polir**, outils relativement investis et standardisés, ont été uniquement observées dans l'assemblage de Mallaha.

Deux hypothèses peuvent être envisagées pour expliquer la présence d'outils apparaissant spécifiques à certains assemblages : ceci pourrait résulter d'une variation des activités effectuées sur les sites liée à leur fonction ou encore traduire une géographie culturelle, un morcellement des populations natoufiennes en différents "groupes ethniques" développant leur propre tradition technique.



### *En conclusion : les différentes questions soulevées par l'étude typologique*

L'étude de la représentation des catégories d'outils en fonction des différents sites soulève plusieurs questions.

Les deux séries pour lesquelles les outils utilisés en percussion posée sont les mieux représentés sont datées du Natoufien récent et final. Dans ces assemblages, l'outillage apparaît peu diversifié. Cependant, si l'on prend en compte la répartition des catégories d'artefact en fonction des différentes phases du Natoufien pour les séries de la grotte d'Hayonim et des fouilles anciennes de Mallaha, la situation apparaît plus complexe. En effet :

- nous n'observons pas au cours de l'occupation de la grotte d'Hayonim une augmentation de l'importance des outils utilisés en percussion posée ni de spécialisation de ces derniers ;
- les meules sont représentées dans la séquence entière du Natoufien de Mallaha, et quasiment absente des séries de la grotte et de la terrasse d'Hayonim où des outils actifs sont représentés.

Ces données indiquent que les variations de l'importance de l'outillage plat au sein des séries pourraient relever en partie d'adaptations propres à certains sites ou groupes et non uniquement d'une évolution de l'outillage au cours du Natoufien. L'identification d'objets caractéristiques de certains assemblages apporte d'autres éléments dans ce sens.

Ces hypothèses pourront être précisées à travers l'étude des modes de productions et d'utilisation des outils.

## **3.3. Modes de production et d'utilisation**

Nous effectuerons une synthèse des résultats de l'étude technologique, morphologique et fonctionnelle pour les catégories de vestige suivantes : les meules et molettes, les pilons-broyeurs, les pièces utilisées sur leur flanc, les pilons plats et pierres à polir.

### **3.3.1. Le couple meule - molette**

#### **3.3.1.1. Les molettes**

Le tableau 97 donne une synthèse des résultats de notre étude des molettes pour les différents sites étudiés.

#### *Morphologies et mises en formes*

Plusieurs caractéristiques apparaissent constantes au sein des séries : les molettes ovales en plan et en section dominent les assemblages qui comportent aussi généralement des pièces de section plane-convexe. L'assemblage de Mallaha présente les formes les plus variées comprenant notamment des objets de section parallélépipédique pour lesquels les surfaces actives sont planes.

<i>Etapes techniques</i>	<i>La grotte d'Hayonim</i>	<i>Hayonim Terrasse</i>	<i>Mallaha, fouilles J. Perrot</i>	<i>Mallaha, Natoufien final, fouilles F.R. Valla et H. Khalayli</i>
<i>Investissement dans la mise en forme, réemploi</i>	mises en forme sommaires, peu de modification du bloc d'origine à l'exception d'une pièce	mises en forme sommaires, peu de modification du bloc d'origine	mises en forme sommaires, peu de modification du bloc d'origine	mises en forme généralisées, seules quelques pièces témoignent d'une mise en forme sommaire de galets naturels
<i>Variabilité morphologique</i>	molettes bifaciales, forme ovale en plan et en section à l'exception d'une pièce de section plane-convexe	<b>a)</b> trois pièces de forme ovale en plan et en section, bifaciale ; <b>b)</b> une pièce en forme de petite dalle, une surface d'usure.	molettes bifaciales : - 4 pièces de forme ovale en plan et en section ; - 2 objets de section plane-convexe ; - 1 objet de forme parallépipédique en plan et en section	forme ovale en plan et en section dominante, variation des dimensions et certaines pièces de section parallépipédique ou plane-convexe
<i>Fonctionnements</i>	utilisation des faces planes et d'une extrémité pour une pièce en percussion posée sans répercutant associé	<b>a)</b> en couple pour des actions de broyage ; <b>b)</b> sans répercutant associé	<b>a)</b> fonctionnement en couple (3 objets) ; <b>b)</b> fonctionnement sans répercutant associé (2 objets) ; <b>c)</b> un cas indéterminé	fonctionnement en couple pour toutes les pièces sauf pour un cas problématique
<i>Matières travaillées</i>	peau avec adjuvant de type eau	<b>a)</b> céréales et ocre ; <b>b)</b> probablement végétale	<b>a)</b> travail de légumineuse (2 objets) et de matières animales (1 objet) ; <b>b)</b> travail de végétaux ligneux (1 objet) et de la peau (1 objet).	- légumineuses dominantes ; - céréales ; - matière minérale
<i>Entretien, ravivage</i>	possible ravivage par piquetage sur une pièce	—	<b>a)</b> un cas de ravivage ; <b>b)</b> un cas de ravivage sur la pièce utilisée pour le travail de végétaux ligneux	traces de ravivage partiel sur 30% des pièces et ravivage généralisé sur plusieurs objets
<i>Indices d'utilisation multiple</i>	sur un objet utilisation de différentes zones (face et extrémité)	—	<b>b)</b> un cas d'association avec une utilisation des extrémités en percussion lancée	—

tableau 97 : les molettes des niveaux natoufiens de la grotte et de la terrasse d'Hayonim, de Mallaha (fouilles anciennes et récentes) ; synthèse des modes des données technologiques, morphologiques et fonctionnelles.

Les molettes ont été généralement réalisées sur des galets de basalte non vacuolaire. On note ici encore quelques exceptions pour le Natoufien final de Mallaha. Cet assemblage se distingue aussi par les modes de production qui sont plus élaborés. Pour les autres sites, les mises en forme n'entraînent qu'une faible modification des morphologies des blocs d'origine, elles se limitent généralement à un piquetage des faces actives et l'aménagement de flancs le plus souvent irréguliers.

#### *Fonctionnements et matières d'œuvre*

Les particularités mentionnées pour le Natoufien final de Mallaha recouvrent une forte spécialisation de l'outillage orienté vers des utilisations en couple pour le broyage de végétaux, majoritairement de légumineuses. Le broyage de céréales et d'ocre est aussi attesté dans une moindre proportion. Les variations des formes et des types de basalte n'apparaissent pas corrélées aux modes d'utilisation des molettes. Ainsi :

- les choix de la matière première correspondent à une catégorie générale de roche (les basaltes) pour laquelle les types non vacuolaires ont été préférentiellement sélectionnés ;
- les variations de formes résultent probablement de la morphologie du bloc de matière première pour ce qui est des formes en plan, d'une réduction au cours de l'utilisation en ce qui concerne les degrés de convexité des surfaces actives.

Les molettes de la grotte d'Hayonim pourraient-elles aussi être considérées comme spécialisées : elles ont toutes été utilisées sans répercutant associé pour le travail de la peau.

La terrasse d'Hayonim et l'assemblage des fouilles anciennes de Mallaha documentent des modes d'utilisation plus diversifiés comprenant fonctionnements en couple ou isolés, pour le broyage de végétaux, de matières minérales, le travail de la peau et de végétaux ligneux.

#### *Les indices d'utilisation multiple*

Des indices d'utilisations multiples comprenant des outils composites ou plurifonctionnels sont documentés dans les séries de la grotte d'Hayonim et des fouilles anciennes de Mallaha.

### 3.3.1.2. Les meules

#### *Morphologies et mises en forme*

La particularité de l'assemblage de Mallaha apparaît encore plus nettement pour la catégorie des meules. Elle s'exprime en premier lieu dans l'importance numérique des objets, la diversité des formes produites et utilisées. Cette diversité morphologique résulte en grande partie de variations d'investissement dans les mises en forme. Les objets investis comprennent des grandes meules à ensellure et, pour le Natoufien final, des petites meules rondes. Dans la série des fouilles anciennes et récentes, on note par ailleurs l'exploitation de blocs naturels ayant fait l'objet d'un piquetage de la surface active ou encore d'un calibrage.

<i>Etapes techniques</i>	<i>La grotte d'Hayonim</i>	<i>Hayonim Terrasse</i>	<i>Mallaha, fouilles J. Perrot</i>	<i>Mallaha, Natoufien final, fouilles F.R. Valla et H. Khalayli</i>
<i>Investissement dans la mise en forme, réemploi</i>	<p><b>a)</b> un réemploi de fragment de mortier</p> <p><b>b)</b> une possible meule à sillon (mise en forme généralisée)</p>	—	<p><b>a)</b> deux fragments de meule entièrement mises en formes ;</p> <p><b>b)</b> deux dalles dont une non transformée et la seconde ayant fait l'objet d'une mise en forme sommaire.</p>	<p>l'assemblage comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des mises en forme élaborées pour deux catégories de meules (grandes meules à ensellure et petites meules rondes)</li> <li>- la mise en forme sommaire de blocs naturels pour les autres.</li> </ul>
<i>Variabilité morphologique</i>	—	—	<p><b>a)</b> épaisseur des pièces variable, surfaces actives ouvertes</p>	<p>forte variabilité des dimensions, des formes en plan et en section. La série comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des grandes meules à ensellure ;</li> <li>- un fragment de grande meule entièrement mis en forme et présentant deux surfaces d'usure</li> <li>- des petites meules rondes ;</li> <li>- des meules réalisées sur support peu modifié.</li> </ul>
<i>Fonctionnements</i>	éléments passifs utilisés en percussion posée en association avec une répercutant.	—	<p><b>a)</b> fonctionnement en couple</p> <p><b>b)</b> un cas de fonctionnement probable en support, fonctionnement en couple pour la seconde</p>	l'ensemble témoigne d'un fonctionnement avec répercutant associé
<i>Matières travaillées</i>	<p><b>a)</b> broyage d'ocre</p> <p><b>b)</b> broyage de matière animale</p>	—	<p><b>a)</b> travail des légumineuses</p> <p><b>b)</b> indéterminée pour les deux dalles</p>	travail de végétaux de type légumineuses et céréales dominant.
<i>Entretien, ravivage</i>	<b>b)</b> traces de ravivage par piquetage.	—	—	certains états de surface correspondent à un ravivage total de la surface active (3 surfaces)
<i>Indices d'utilisation multiple</i>	<b>a)</b> réemploi d'un fragment de mortier	—	—	—

tableau 98 : les meules des niveaux natoufiens de la grotte d'Hayonim, de Mallaha (fouilles anciennes et récentes) ; synthèse des données technologiques, morphologiques et fonctionnelles.

Les mises en forme élaborées sont essentiellement attestées dans ce site. Pour la grotte d'Hayonim, le seul cas mentionné est problématique, comme nous l'avons précédemment évoqué. Le second objet constitue le réemploi d'un fragment de mortier.

#### *Fonctionnement et matière d'œuvre*

Pour le site de Mallaha, les différences d'investissement lors de la production des outils recouvrent des modes d'utilisation variables. En effet, dans l'assemblage du Natoufien final, si l'on détaille les modes d'utilisation selon les types de meule, une spécialisation des grandes meules à ensellure entièrement mises en forme pour le broyage de légumineuses peut être envisagée. Les modes d'utilisation des petites meules rondes et des artefacts ayant fait l'objet d'une mise en forme sommaire apparaissent plus diversifiés.

Pour la grotte d'Hayonim, le fragment de mortier a été utilisé sur sa face interne pour le broyage de l'ocre. Pour le second répercutant, l'étude tracéologique conclut à une utilisation avec répercutant associé mais ne permet pas, faute de critère, de discriminer un fonctionnement en tant que meule ou que mortier. Sur la zone active, les états de surfaces peuvent être rapprochés de ceux obtenus lors du broyage de matières animales séchées (viande ou poisson). Ceci n'est documenté sur aucun des outils actifs de l'assemblage et remet d'autant plus en question l'hypothèse d'une meule à sillon.

#### *Les indices d'utilisation multiple*

Ils sont documentés ici encore dans les séries des fouilles anciennes de Mallaha et de la grotte d'Hayonim. Pour la première, on note un outil plurifonctionnel, utilisé pour le broyage de différentes matières d'œuvre. Pour la grotte d'Hayonim, le réemploi d'un fragment de mortier atteste d'une circulation des objets entre forme creuse et plate.

### 3.3.1.3. La complémentarité percutant – répercutant

#### *La grotte et la terrasse d'Hayonim : problèmes de couple*

Dans la série de la terrasse d'Hayonim, l'absence de meule dans l'assemblage apparaît en désaccord avec la présence de molettes indiquant un fonctionnement avec répercutant associé pour le broyage de céréales et de matière minérale. Deux hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cela :

- les meules sont conservées en un endroit différent du site où se déroulent les activités de broyage ;
- l'absence de meule est liée à un biais induit par la taille de la zone fouillée par rapport à l'ensemble du site.

Malgré la présence de répercutant dans la grotte et de percutant sur la terrasse, les deux espaces n'apparaissent pas complémentaires : les seuls objets qui auraient pu fonctionner ensemble (pour le broyage de l'ocre) n'appartiennent pas à la même phase d'occupation natoufienne.

## *Mallaha*

Pour le niveau Natoufien final de Mallaha, deux formes de répercutant ont été distinguées : les molettes et pilons-broyeurs. Les études tracéologiques indiquent que les premiers ont fonctionné en percussion posée tandis que les seconds associent percussion posée et lancée. Les dimensions des surfaces actives sont en moyenne plus importantes dans la catégorie des molettes. Ainsi, les pilons-broyeurs apparaissent plus adaptés au travail sur des pièces passives de petites dimensions dont la configuration de la zone active permet de contenir la mouture lors des opérations de pilage. Nous pouvons envisager un fonctionnement en association avec les répercutants de petites dimensions utilisés avec des paniers ou un autre système permettant de recueillir la matière d'œuvre. Les molettes apparaissent plus adaptées au travail en association avec les grandes meules ce qui semble confirmé par l'analyse tracéologique (usure de type légumineuses dominantes pour les deux catégories objets).

### **3.3.2. Les pilons-broyeurs**

#### **3.3.2.1. L'exemple de la grotte d'Hayonim : un type spécifique d'outil ?**

Pour l'assemblage de la grotte d'Hayonim, les pilons-broyeurs ne peuvent être considérés comme une catégorie particulière d'outils mais doivent être rattachés à la celle des pilons. En effet, dans la série, un seul objet semble avoir été intentionnellement mis en forme (les autres constituant de probables réemplois de fragments de pilon). Si la pièce se distingue de l'ensemble des pilons par ses dimensions, les morphologies des extrémités actives rappellent celles observées sur différents pilons. L'étude tracéologique atteste d'une utilisation dominante en percussion lancée. Pour les pilons fragmentés et réutilisés après fragmentation, un fonctionnement en percussion lancée dominante est aussi attesté. C'est également le cas des pièces fragmentées présentant une extrémité active large et plane pour lesquelles nous posons légitimement la question d'une utilisation combinée en percussion lancée et posée. Ainsi, l'hypothèse d'une poursuite de l'utilisation des objets à différents stades de fragmentation peut être proposée. Elle ne pourra être confirmée qu'à la suite d'une étude tracéologique de l'ensemble des pilons.

#### **3.3.2.2. Une catégorie fonctionnelle attestée dans le Natoufien final de Mallaha**

L'assemblage du Natoufien final de Mallaha est le seul pour lequel les pilons-broyeurs correspondent à une catégorie d'artefact distincte. L'étude tracéologique indique une utilisation en percussion lancée et posée. Les outils sont peut être spécialisés pour le broyage de céréales.

### 3.3.3. Les pièces utilisées sur leur flanc, les pilons plats et les pierres à polir

L'identification de catégories d'artefacts spécifiques à certains sites nous a amené à proposer deux hypothèses :

- celle d'une variation des types d'activités effectués sur les sites pouvant relever de leur fonction spécifique ;
- celle d'éléments marquant des traditions techniques propres à certains groupes natoufiens.

Les données de l'étude fonctionnelle nous permettrons de discuter ces hypothèses pour les catégories suivantes : pierres avec utilisation des flancs et pilons plats de la grotte d'Hayonim, les pierres à polir de Mallaha.

- l'étude tracéologique des **pièces utilisées sur leur flanc** atteste d'un travail en percussion lancée et posée de végétaux ligneux. Si l'on élargit l'hypothèse fonctionnelle proposée aux pièces de même type en calcaire, l'importance de ces outils dans la série de la grotte d'Hayonim atteste de la place prépondérante de cette activité au sein du site. Ces pièces sont présentes mais représentées en moindre proportion dans l'assemblage de Mallaha (2 objets) où l'on décompte par ailleurs au moins une molette présentant une usure relative au travail de végétaux ligneux. L'importance de cet outillage à la grotte d'Hayonim pourrait être liée à la fonction spécifique de ce site ;
- Les **pierres à polir** n'ont été retrouvées que dans l'assemblage de Mallaha. Bien que les pièces dénotent d'un investissement variable dans la production, les formes apparaissent très standardisées. Les études tracéologiques indiquent une utilisation pour le travail de la peau probablement en association avec un adjuvant minéral. Dans la série d'Hayonim, on note un nombre important d'outils utilisés pour le travail de la peau. Certains, tels que les **pilons plats**, ont fait l'objet d'un investissement important lors de la mise en forme. Ainsi, les variations dans la représentation des différentes catégories d'artefacts ne semblent pas liées ici au type d'activité pratiqué sur le site mais pourraient résulter de traditions techniques propres à certains groupes natoufiens.

## **4. Discussion : limites et apport de la démarche d'analyse proposée**

Avant de revenir sur les principaux résultats ressortant de l'analyse des collections, nous discuterons de l'application de notre démarche d'analyse à l'étude des séries archéologiques, des points forts et limites de la méthodologie proposée.

### **4.1. Analyse critique de la démarche d'analyse**

#### **4.1.1. L'étude des formes**

Au terme de ce travail, il apparaît que l'étude des variations morphologiques au sein des différentes catégories d'outils comporte au moins deux limites :

- la première est liée à son applicabilité dans le cas des séries présentant un nombre limité d'objet ;

- la seconde à sa pertinence pour la détermination des modes de fonctionnement des outils. En effet, la confrontation des variations morphologiques mises en évidence et des résultats de l'étude tracéologique indique que ce sont principalement les différences les plus importantes, que l'on peut déceler lors de l'étude typologique, qui ont une signification fonctionnelle.

Ainsi, une caractérisation des formes selon la procédure utilisée peut compléter de façon utile une classification typologique de l'assemblage. Les variations observées peuvent être considérées comme significatives au niveau de la définition du geste de broyage, de l'évaluation des quantités travaillées, voire du taux d'usure des pièces mais elles ne correspondent généralement pas à des types différents de matière d'œuvre.

En revanche, l'importance d'une approche technologique de l'outillage, en particulier la caractérisation des variations d'investissement dans la production des pièces doit être soulignée. Par ailleurs, une lecture replaçant les outils au sein de leur cycle de vie permet de prendre en compte les comportements de réemploi, recyclage et d'entretien des pièces, de replacer la phase d'utilisation dans un contexte plus général. La caractérisation de la gestion de l'outillage apparaît essentielle à la compréhension de la place des activités mises en évidence au sein des économies de subsistance.

#### **4.1.2. L'approche tracéologique**

Les résultats obtenus sont très satisfaisants. En effet, il a été possible de proposer une diagnose fonctionnelle pour la plupart des pièces. A faibles grossissements, nous pouvons considérer que les traces d'usage sont généralement bien conservées, bien que cela varie selon les types de basalte et le contexte archéologique.



Pour la série de Mallaha, cette possibilité de lecture apparaît en contradiction avec les résultats de l'étude tracéologique de l'industrie lithique qui conclue à une mauvaise conservation des traces d'usage probablement altérées par des processus post-dépositionnels (Plisson *in* Valla *et. al*, 1999). Ces contradictions sont probablement inhérentes aux différences d'échelle d'observation utilisée dans les deux études : notre analyse repose sur l'examen de traces à faibles grossissements qui sont probablement plus persistantes que celles développées à des échelles microscopiques.

Les hypothèses fonctionnelles proposées sont plus ou moins précises selon les objets. Certaines traces d'usage présentent des variations par rapport à celles reproduites expérimentalement. Les types d'utilisation envisagés doivent être ainsi être confirmés en élargissant le référentiel constitué. Les principaux problèmes d'interprétation rencontrés sont liés à l'insertion des outils et des modes d'utilisation reconnus au sein de chaînes opératoires complètes de traitement des matériaux identifiés. Ils renvoient à un manque de données "actualistes" concernant la diversité des emplois en percussion posée diffuse d'outils en roche grenue.

## **4.2. Principaux résultats**

Cette étude met en évidence l'existence de différentes catégories d'outils, mis en forme ou non, ayant travaillé en percussion posée diffuse. Une partie d'entre eux peut être considérée comme des outils de broyage, ils ne recouvrent pas nécessairement les formes reconnues comme typiques.

### **4.2.1. Différents types d'outils**

Les différents types d'outil fonctionnant en percussion posée diffuse identifiés dans cette étude comprennent :

- des objets utilisés sans répercutant associé : "molettes", galets bruts, pièces avec traces d'usage sur les flancs, pierre à polir, pilons plats ; ils correspondent essentiellement à des outils actifs ;
- du matériel de broyage : meules, molettes et pilons-broyeurs mais aussi fragments de pilons réemployés.

### **4.2.2. Choix des roches et mises en forme**

Pour les différentes séries étudiées, le basalte a été préférentiellement utilisé pour la production du matériel de broyage travaillant en percussion posée. Nous n'avons pas trouvé d'exemple de meule ou de molette en calcaire ou en grès.

La sélection des matières premières semble avoir été essentiellement effectuée en fonction de catégories générales de roche (basalte, calcaire, grès etc.). Dans l'ensemble des types de basalte exploités, les formes non vacuolaires ont été préférées pour la production des outils plats, les matières vacuolaires étant proportionnellement mieux représentées dans la

catégorie des pilons et mortiers. On ne peut cependant établir de lien strict entre un type de basalte et un mode d'utilisation.

Les procédés de mise en forme sont documentés par les dernières phases de la production des outils. Ils comprennent généralement un piquetage des pièces peut être associé à de l'abrasion dans le cas de régularisations importantes. Pour chaque série, au sein des différentes catégories d'artefact, l'investissement est variable. On observe de façon récurrente l'exploitation de blocs naturels dont la forme est proche de celle de l'outil recherché. En revanche, certains objets attestent d'une transformation importante de la matière première et de l'exploitation de blocs de grandes dimensions nécessitant peut être une extraction de type carrière.

Des variations sont aussi constatées entre les différents assemblages : la collection du Natoufien final de Mallaha comporte les objets les plus investis et standardisés tandis que les assemblages de la terrasse et de la grotte d'Hayonim comprend des réemplois attestant d'une circulation des formes creuses vers les formes plates.

### **4.2.3. Modes d'utilisation, activités mises en évidence**

En ce qui concerne les pièces fonctionnant seules, deux principales matières travaillées ont été reconnues :

- le travail de la peau effectué avec des molettes, des galets non transformés, des pilons plats et des pierres à polir. Certaines de ces catégories d'objet semblent documenter différentes étapes du traitement de la peau : nettoyage, assouplissement, coloration etc.
- le travail des végétaux ligneux, correspondant peut être au traitement de fibres pour des activités de vannerie, a été essentiellement identifié sur des pièces montrant des traces d'utilisation en percussion lancée et posée sur leur flanc ;

Les activités de broyage reconnues comprennent quant à elles, le travail de l'ocre, de céréales et de légumineuses. Nous n'observons pas de corrélation entre une forme particulière de meules ou de molettes et une matière travaillée ceci à l'exception des meules à ensellure de Mallaha qui présentent, tout au long de la séquence d'occupation, une usure relative au broyage de légumineuses. Cette activité est attestée sur d'autres types de meules mais il semble que l'on puisse considérer que l'on observe dans le cas présent une spécialisation des meules les plus investies pour le broyage de ce végétal.

### **4.2.4. Variations inter-sites**

Certaines variations indiquent des différences d'activités pratiquées sur les sites : c'est le cas des pièces avec utilisation des flancs nettement mieux représentées dans l'assemblage de la grotte d'Hayonim.

Différents outils nous semblent témoigner de traditions techniques propres à certains gisements : le travail de la peau est documenté sur des outils investis qui diffèrent selon les sites, pilons plats pour la grotte d'Hayonim, pierre à polir pour Mallaha.

Par ailleurs, l'importance de l'outillage plat au sein des trois séries apparaît variable :

β dans l'assemblage du Natoufien récent, les différences constatées entre la grotte et la terrasse d'Hayonim pourraient résulter de modes d'occupations différenciés des deux espaces (rituel / domestique) ;

β pour Mallaha, la présence de meule à ensellure dès le Natoufien ancien, leur importance dans le Natoufien final pourrait traduire en partie une tradition technique propre aux occupants du site.

Ces variations aussi pourraient procéder d'une évolution des techniques de broyage au cours du Natoufien. Nous discuterons de ce point en conclusion générale.



## **Partie V**

# **Synthèse des résultats et discussion**

Cette recherche vise à mieux documenter et à préciser les modes d'exploitation des végétaux au Natoufien, période de transition entre des sociétés de chasseurs-cueilleurs et d'agriculteurs au Proche-Orient.

Deux hypothèses principales sont aujourd'hui proposées :

1. les Natoufiens sont des chasseurs-cueilleurs exploitant de façon intensive les ressources végétales sauvages, les débuts de l'agriculture sont situés à la fin du Natoufien ou à des périodes postérieures ;
2. les Natoufiens sont des agriculteurs, une économie de production se met en place dans la phase finale du Natoufien, les premières expériences de domestication se sont déroulées lors de périodes précédentes (Moore *et al.*, 2000).

Les sites natoufiens ont livré peu de macro-restes végétaux. La détermination des comportements d'exploitation du milieu végétal et des premières pratiques agricoles ayant conduit à la domestication des plantes ne peut donc être effectuée sur la seule base de ces données. L'étude des outils de récolte ou de traitement des plantes permet en revanche d'envisager une reconstitution de ces pratiques. Elle permet aussi d'évaluer leur place au sein des systèmes sociaux, économiques et symboliques des sociétés humaines.

Les outils de récolte des plantes, en particulier les éléments et manches de faucille, sont, par rapport aux périodes précédentes, plus abondants dans les sites natoufiens. Néanmoins, la composition des assemblages lithiques, les activités mises en évidence par les analyses tracéologiques et leur importance relative diffèrent peu des systèmes techniques des populations de chasseurs-cueilleurs.

Le développement du matériel de broyage au Natoufien marque en revanche une rupture par rapport aux périodes précédentes. Cet outillage est considéré par beaucoup comme participant au traitement des plantes en vue de leur consommation. Cependant, les études du matériel levantin ont le plus souvent été limitées à des classifications typologiques et cette hypothèse n'a pas véritablement été testée et démontrée.

La nécessité d'une approche fonctionnelle des outils de broyage s'est donc imposée. Ce parcours méthodologique sera résumé en première partie de notre conclusion. Nous présenterons dans une seconde partie les apports de ce travail à la connaissance des techniques de broyage au Natoufien et des modes d'exploitation des végétaux à l'aube du Néolithique.

## ***L'apport d'un référentiel expérimental : considérations méthodologiques***

Un des objectifs premiers de ce travail a été de développer de nouveaux outils méthodologiques permettant de répondre à la question des modes d'utilisation du matériel de broyage. Pour cet outillage, l'élaboration d'hypothèses fonctionnelles a longtemps reposé sur une étude des formes, des matières premières voire de la répartition spatiale des vestiges, des analogies ethnologiques servant de fondement à l'interprétation des données. Une analyse critique de ces approches ainsi qu'un bilan des études ethnologiques ont permis de constater que les raisonnements mis en œuvre sont pour beaucoup trop simplistes. La nécessité de développer des moyens de détermination "directs" tels que la tracéologie ou la mise en évidence de résidus est apparue d'autant plus essentielle. Ces domaines de recherche connaissent un développement récent. Ils bénéficient notamment de la contribution de l'instrumentation des laboratoires de tribologie (e.g. Procopiou, 1998 ; Procopiou *et al.*, 1998).

Nous avons choisi de nous intéresser à l'approche tracéologique pour différentes raisons. Elle permet d'envisager une étude exhaustive des séries ainsi que l'analyse de collections anciennes. Par ailleurs, les problématiques abordées en tracéologie ne se limitent pas à la détermination des matières d'œuvre mais portent aussi sur le fonctionnement de l'outil, la gestion de l'outillage en général (choix des roches, des formes, recyclage, ravivage). En intégrant les données technologiques et spatiales, elles permettent de préciser les modes d'occupation des sites (e.g Plisson, 1985), le développement des techniques de travail des matières, de s'interroger sur les liens entre typologie et fonction. Une approche tracéologique des outillages est donc apparue particulièrement pertinente pour explorer la question du développement du matériel de broyage au Natoufien.

La démarche d'analyse tracéologique est fondée sur l'actualisme, référentiels naturels ou expérimentaux servant de base à la mise en évidence et à l'interprétation des traces d'usage observées sur les parties actives des outils. La multiplication et la reproduction des expérimentations ont permis de définir et de préciser les procédés de diagnose fonctionnelle employés pour l'étude des industries lithiques. En ce qui concerne les outils de broyage, les référentiels restent à ce jour peu nombreux. Les plus développés ont porté sur des outils en grès (e.g, Adams, 1989). Cette roche a peu été employée pour la production d'outils de broyage au Natoufien, calcaire et basalte dominant les séries. La constitution d'un référentiel expérimental élaboré en fonction des caractéristiques du matériel archéologique et des problématiques spécifiques du Natoufien s'avérait donc nécessaire.

# 1. La constitution d'un référentiel expérimental : objectifs et choix

## 1.1. Des objectifs

Les objectifs de ce travail méthodologique ont été définis d'une part selon une problématique archéologique et d'autre part en fonction de l'état de la recherche en tracéologie appliquée aux outils de broyage.

Afin de comprendre les liens entre outils de broyage et mode d'exploitation des végétaux au Natoufien, différentes questions pouvaient orienter la constitution d'un référentiel expérimental:

- déterminer les matières travaillées par les outils ;
- évaluer l'efficacité relative des différents outils ;
- estimer les quantités produites et caractériser les produits finis obtenus.

Nous nous sommes attachée à la première d'entre elles qui est apparue préliminaire aux suivantes.

D'un point de vue méthodologique, plusieurs aspects devaient être clarifiés afin d'établir l'applicabilité de l'approche tracéologique à l'étude des outils de broyage :

- ces outils étaient-ils susceptibles d'enregistrer des traces d'usage ?
- ces traces d'usage présentaient-elles des variations significatives en fonction de la matière d'œuvre ?
- quels procédés d'observation, de description des états de surface et de caractérisation des traces d'usure pouvait-on employer ?

Ces questions ont constitué les axes principaux de notre travail expérimental. Ainsi, nous avons testé les possibilités de déterminer les types de matières travaillées à partir de l'étude des surfaces d'usure à différentes échelles d'observation (à la loupe binoculaire, aux microscopes à lumière incidente et transmise, au microscope à balayage électronique ; les grossissements employés couvrant de 7 à 500 X).

## 1.2. Des choix

Les études tracéologiques appliquées aux "outils tranchants" ainsi que les recherches en tribologie ont montré la diversité des variables pouvant entrer en jeu dans le processus de formation des usures. Les démarches expérimentales sont ainsi construites de façon à faire varier chacun des paramètres un à un. Ceci permet de comprendre leur incidence sur la formation des traces d'usage.

En théorie, pour le matériel de broyage, les principales variables susceptibles d'influer sur la formation des usures comprennent : la matière première de l'outil, sa morphologie, les modes de mises en forme utilisés, le fonctionnement (geste d'utilisation), la matière travaillée



(comprenant des éventuels traitements préalables et l'utilisation d'adjuvant), le temps d'utilisation.

- Une priorité : identifier les matières d'œuvre

Pour la constitution de notre référentiel expérimental, une priorité a été donnée au paramètre "matière d'œuvre", les autres ont été, dans la mesure du possible, maintenus constants : nous avons travaillé sur des outils en basalte (cette roche dominant les assemblages archéologiques) fonctionnant en percussion diffuse posée (meules, molettes, abraseur, polissoir, palissons) et, le plus souvent, selon un geste de va-et-vient.

Ce référentiel ne documente ainsi qu'une partie des systèmes de broyage utilisés par les Natoufiens : les formes plates (meules et molettes).

- Le choix d'une étude de l'outillage plat

Ce choix procède en premier lieu d'une nécessité méthodologique : nous avons opté pour des outils plus aisés à reproduire expérimentalement afin de pouvoir nous consacrer essentiellement à la phase d'utilisation.

L'outillage plat pose par ailleurs un problème spécifique : il est difficile d'attester sur la seule base de la forme générale de la pièce et de la morphologie des parties actives que l'objet participe effectivement à un système impliquant deux éléments complémentaires et qu'il correspond donc à un outil de broyage. La détermination de moyens d'analyse permettant de différencier les fonctionnements en couple et "isolés" apparaît donc essentielle. Cette question a en partie orienté la constitution de notre référentiel expérimental.

Ce problème prend en effet une importance particulière dans le contexte du processus de néolithisation des sociétés humaines au Proche-Orient. L'émergence de l'agriculture semble en effet s'accompagner d'un remplacement des formes creuses (mortiers et pilons) par les formes plates (meules et molettes). Les causes et modalités de ce remplacement restent à comprendre.

- choix des expérimentations

Les expérimentations réalisées ont été choisies en fonction :

- de notre connaissance du système technique natoufien, des matériaux utilisés et transformés ;
- des reconstitutions environnementales proposées par différents chercheurs, qui ont permis d'estimer l'éventail des végétaux comestibles disponibles ;
- des données ethnologiques, utilisées pour définir les différents procédés employés pour la transformation des matériaux.

Toutes les matières et procédés de transformation ainsi inventoriés n'ont pas été testés dans ce travail. Un échantillon a été sélectionné au sein des catégories générales de matériaux potentiellement exploités (minérales, animales et végétales) afin de comparer des matières aux propriétés physico-chimiques variables.

### **1.3. Bilan : démarche d'analyse et référentiel expérimental**

Notre démarche d'analyse a été fondée sur la comparaison, selon différents procédés d'observation, d'états de surface naturels, mis en formes (selon des techniques reconnues dans les assemblages archéologiques) et utilisés. Notre référentiel comprend :

- des blocs naturels provenant d'affleurements de basalte du Golan ainsi que de lits de rivières ;
- des blocs égrisés afin de déterminer les traces produites par un contact pierre contre pierre sans intercaler de matière ;
- des surfaces mises en formes par piquetage et abrasion ;
- des meules et molettes utilisées pour le broyage d'ocre, de céréales (blé et orge), de légumineuses (fenugrec et fèves), de végétaux oléagineux (noix, glands, graines de moutarde) et de matières animales (poisson et viande séchés) ;
- des blocs utilisés pour l'abrasion d'ocre, de coquillage, le travail du bois et de la peau.

## **2. Synthèse des résultats expérimentaux**

Au terme de cette recherche, nos conclusions sont particulièrement positives :

- différentes techniques d'observation des surfaces (binoculaire, microscope à lumière transmise et incidente, microscope à balayage électronique) ont été testées. Nous avons démontré la complémentarité de ces échelles d'analyse et la pertinence des observations à faibles grossissements (binoculaire), procédure facile à mettre en œuvre ;
- nous avons précisé et défini des procédés de description et de caractérisation des usures à faibles et forts grossissements ;
- ceci a débouché sur la proposition d'une démarche de diagnose fonctionnelle à faibles grossissements permettant de déterminer :
  - le fonctionnement des outils c'est-à-dire différencier les éléments travaillant en couple des abraseurs, polissoirs, palissons ;
  - la matière d'œuvre : pour les meules et les molettes, nous avons mis en évidence des variations significatives des traces d'usages en fonction des catégories de matière suivantes : minérales, animales, végétaux oléagineux, céréales et légumineuses. Pour les outils actifs ou passifs fonctionnant seuls, chaque matière d'œuvre testée entraîne la formation de traces d'usage distinctes ;
- nous avons constaté un développement significatif de micropolis observables à forts grossissements sur les meules et molettes ayant été utilisées pour broyer des matières contenant de la graisse ainsi que sur les outils fonctionnant seuls. Nous avons repris et adapté les procédés de caractérisation des zones de coalescence définis en tracéologie.

Le référentiel constitué apporte par ailleurs des éléments permettant de déterminer l'incidence de différentes variables telles que : les traitements préalables des surfaces actives, les temps d'utilisation, les directions des gestes. Ce travail expérimental a donc permis de poser les bases d'une étude tracéologique des outils de broyage en basalte.

## **3. Définition d'une démarche d'analyse fonctionnelle des outils archéologiques**

### **3.1. Applicabilité au fossile des résultats expérimentaux**

La pertinence de notre démarche d'analyse définie expérimentalement devait être démontrée à travers son application à l'étude du matériel archéologique.

Cela nécessitait de répondre à différentes questions :

- celle de la validité des critères de description des états de surface

Pour cela, nous avons effectué une étude comparée des différents états de surface reconnus macroscopiquement sur les objets archéologiques, regroupés selon les catégories suivantes : surfaces naturelles, altérées, mises en forme, surfaces actives. Il s'agissait de déterminer si les critères de description proposés permettaient de caractériser l'ensemble des cas de figure observés, si certaines traces pouvaient être ubiquistes.

- celle de la conservation des traces d'usure

L'étude des pièces montrant des stigmates évidents d'une altération de surface a permis de caractériser des traces et états de surface résultant d'altérations post-dépositionnelles. Ceci a constitué un référentiel de base pour estimer l'état de conservation de l'ensemble de l'outillage.

- les possibilités d'interprétation des traces d'usure

Seuls les objets présentant des traces d'usage évidentes reconnaissables macroscopiquement ont été retenus. Notre procédure d'analyse a consisté à décrire chacun d'eux et à effectuer des études comparées en fonction des caractéristiques des usures, des catégories d'outils et de basalte, ainsi que des confrontations avec nos outils expérimentaux.

Cette démarche d'analyse a permis de démontrer la pertinence de nos critères de description des surfaces ainsi qu'une faible ubiquité des stigmates résultant de l'utilisation des outils. Par ailleurs, nous observons généralement une bonne conservation des traces d'usage observables à faibles grossissements.

Selon les objets, les hypothèses fonctionnelles proposées sont plus ou moins détaillées : détermination du fonctionnement de l'outil (en couple ou non), d'une catégorie générale ou plus précise de matière d'œuvre. Les difficultés rencontrées ont porté le plus souvent sur l'insertion de l'activité mise en évidence dans une chaîne opératoire complète de transformation de la matière. Ces problèmes se sont posés en particulier pour les objets

travaillant seul. Ils sont liés à un manque de référentiel ethnologique documentant l'utilisation d'outils de pierre en percussion posée diffuse et soulignent la nécessité d'une poursuite des études ethnoarchéologiques dans ce domaine.

Par ailleurs, différents problèmes d'interprétation sont liés à un déficit de notre collection de comparaison :

- des variations par rapport à des usures reproduites semblent résulter de l'utilisation d'adjuvant qui n'ont pas été testés ;
- certaines usures n'ont pas été reproduites expérimentalement.

### **3.2. Une approche pluridisciplinaire**

La nécessité d'une approche pluridisciplinaire pour l'analyse fonctionnelle des outils de broyage, s'intéressant à l'ensemble des caractéristiques intrinsèques et extrinsèques des objets selon des méthodologies diverses, a été posé par plusieurs chercheurs. Comme le souligne Procopiou (1998), il s'agit plus d'un principe "théorique", chaque démarche d'analyse devant être adaptée à l'assemblage étudié.

Dans ce travail, nous avons combiné une étude typologique, l'analyse détaillée des variations morphologiques des outils selon différents critères, une approche technologique et tracéologique de l'outillage. Il est opportun de s'interroger maintenant sur la pertinence de cette démarche et l'apport des différentes approches testées.

Nous reviendrons en particulier sur l'analyse détaillée des formes qui a été posée, lors de l'état des recherches méthodologiques effectué dans la seconde partie de ce travail, comme un moyen de reconstituer le mode de fonctionnement des outils et éventuellement de mettre en évidence des outils aux fonctions différentes.

En définitive, l'analyse détaillée des formes complète de façon utile une description typologique. Elle apporte par ailleurs des éléments essentiels pour la caractérisation du mode de fonctionnement des objets : par exemple la définition du geste d'utilisation, la comparaison des dimensions des surfaces actives dont dépendent les quantités traitées. Cependant, les résultats tracéologiques indiquent que les variations morphologiques mises en évidence au sein d'une catégorie d'outil ne sont pas corrélées à des variations du type de matière travaillée. Elles seraient ainsi plus probablement relatives au taux d'usure de la pièce ou encore à sa mise en forme. On remarque que c'est en général les variations les plus évidentes, décelables lors de l'analyse typologique, qui ont une signification fonctionnelle. Même à ce niveau plus grossier, les catégories ne sont pas figées et ce sont les différences d'investissement dans la production des pièces qui recouvrent la plus souvent des modes d'utilisation variables.

Ainsi, l'importance d'une étude technologique des assemblages doit être soulignée. Même si les données ne permettent généralement pas de reconstituer les chaînes opératoires complètes de fabrication, la production se déroulant le plus souvent en dehors du site, il est possible de distinguer différents niveaux d'investissement. Les outils les plus investis apparaissent caractéristiques d'une activité particulière.

Par ailleurs, envisager l'assemblage dans une histoire technique large visant à retracer les différentes étapes de la vie de l'objet depuis le choix de la matière première jusqu'à l'abandon, amène à replacer la phase d'utilisation dans un contexte plus global. La caractérisation des modes de gestion de l'outillage permet ainsi d'évaluer l'importance économique des activités mises en évidence par l'analyse fonctionnelle.

## **4. De nouvelles approches**

Les résultats obtenus attestent de nombreuses perspectives de développement des approches tracéologiques des outils de broyage. Pour établir cette démarche d'analyse, il est essentiel de développer les expérimentations, le travail en équipe, de confronter les études réalisées par différents chercheurs, de mettre en place des terminologies et procédures de description standards.

Si cette recherche a permis de déterminer des critères de diagnose fonctionnelle et de démontrer leur applicabilité au fossile, de nombreux points restent à préciser :

- il est tout d'abord nécessaire de compléter le référentiel expérimental constitué. Les points prioritaires devront être le test de différents types de roche et l'élargissement du référentiel aux pilons et mortiers ;
- l'étude des traces d'usage doit être poursuivie en développant différentes techniques d'observation, des approches permettant une quantification des critères de description ainsi que la compréhension des processus de formation des usures. Les études en rugosimétrie développées par la tribologie nous semblent à privilégier ;
- l'intégration de nouvelles approches telles que la recherche de résidus pourra nous permettre de préciser les hypothèses fonctionnelles proposées.

Enfin, soulignons l'importance d'une poursuite des études ethnoarchéologiques documentant l'utilisation d'outils de broyage ou de percussion par des populations de chasseurs-cueilleurs ou d'agriculteurs.

# **Synthèse d'une étude du matériel de broyage natoufien : nouvelles données concernant son développement et les modes d'exploitation des végétaux à l'aube du Néolithique**

Un bilan des études effectuées sur le matériel de broyage et l'Épipaléolithique du Levant nous a conduit à poser différentes conditions pour l'intégration de l'outillage natoufien dans la reconstitution des modes d'exploitation des ressources végétales :

- démontrer qu'ils participent au système d'exploitation des plantes et que leur développement au Natoufien indique une augmentation de l'importance des ressources végétales dans l'alimentation ;
- le cas échéant, identifier les types de végétaux exploités, évaluer leur importance relative et déterminer si les formes exploitées sont sauvages ou domestiques ;
- afin de tester l'hypothèse de Moore *et al.* (2000) d'une alimentation reposant en grande partie sur la consommation des plantes cultivées (économie de production), il est nécessaire de démontrer que les systèmes techniques liés à l'exploitation des végétaux peuvent produire des quantités suffisantes pour assurer le maintien des populations ; ceci implique d'évaluer la taille des groupes natoufiens, leur organisation sociale et d'estimer les rendements de production en fonction du type de ressource exploité et des modes de traitement utilisés.

Nous avons décidé de nous limiter à la première d'entre elles, celle-ci étant considérée comme préliminaire aux autres. Notre recherche méthodologique a permis de poser les fondements d'une analyse tracéologique du matériel de broyage en basalte (roche dominante au sein des séries étudiées), offrant ainsi des moyens directs de répondre à la question des types de matières travaillées par les outils et de leur fonctionnement.

Le référentiel expérimental constitué ne porte que sur les outils plats (meules, molettes et outils utilisés en percussion posée) qui représentent, pour la plupart des sites natoufiens, une faible proportion du mobilier de pierre (l'essentiel étant constitué de pilons et de mortiers). Malgré ces limites, l'étude que nous avons effectuée fournit les premiers éléments de réponse aux questions des modes d'utilisation des outils de broyage et de leur valeur en tant que témoins indirects de l'exploitation des ressources végétales. Par ailleurs, les résultats obtenus permettent d'aller au-delà de ces problématiques et de réfléchir sur l'importance relative des activités identifiées au sein de l'économie des populations, de mettre en évidence des variations inter-sites et de s'interroger sur l'évolution du matériel de broyage au cours du

Natoufien. De plus, notre analyse apporte de nouvelles données pour discuter les différentes théories relatives à l'émergence de l'agriculture au Proche-Orient ainsi que celles proposées concernant les origines et le développement des techniques de broyage au cours de la Préhistoire.

Trois sites natoufiens, Mallaha, la grotte et la terrasse d'Hayonim, ont été étudiés dans ce travail. Tous trois sont situés dans le Nord d'Israël, dans la région de la Haute Galilée. Ils documentent l'ensemble des différentes phases du Natoufien (tableau 99) :

- pour le site de Mallaha nous disposons de deux échantillons attribués au Natoufien ancien et final ;
- l'occupation natoufienne de la grotte d'Hayonim concerne la période ancienne et récente ;
- la série provenant de la terrasse a été attribuée au Natoufien récent.

Natoufien ancien	Natoufien récent	Natoufien final
<p>- <b>Mallaha</b> (fouilles J. Perrot)</p> <p>- la <b>grotte d'Hayonim</b> : deux dates sont disponibles pour la partie inférieure de la séquence, <math>12360 \pm 160</math> B.P et <math>12010 \pm 180</math> B.P.</p>	<p>- assemblage très limité pour l'échantillon retenu provenant des fouilles J. Perrot de <b>Mallaha</b>, non pris en compte dans l'étude comparée.</p> <p>- la <b>grotte d'Hayonim</b></p> <p>- la <b>terrasse d'Hayonim</b> : les dates radiocarbone obtenues sur douze échantillons indiquent un Natoufien ancien ou un "vieux Natoufien récent". Valla privilégie une attribution au Natoufien récent (Valla, 1995b).</p>	<p>- <b>Mallaha</b>, fouilles F. Valla et H. Khalaily : l'attribution au Natoufien final est confirmée par une série de dates dont la publication est à venir.</p>

tableau 99 : les assemblages étudiés et leur répartition au sein des différentes phases du Natoufien

Les sites sont localisés dans la zone "Carmel – Galilée" qui est considérée comme l'aire centrale de la culture natoufienne. Elle aurait constitué un centre de diffusion d'un "mode de vie natoufien" à partir du Natoufien récent. Les sites correspondent à des implantations natoufiennes "typiques" comprenant des structures construites et des sépultures. Ces implantations sont généralement interprétées comme constituant des "camps de base" occupés de façon semi-permanente ou permanente (e.g Bar-Yosef, O. et Belfer-Cohen, 1989). Cependant, si l'hypothèse d'un village a été proposée pour Mallaha (Valla, 1991), l'étude des modes d'occupation de la grotte d'Hayonim conduit Bar-Yosef et Belfer-Cohen (sous presse) à envisager une utilisation essentiellement rituelle du site, déviant alors de l'équation "site étendu avec structures = camp de base". Les trois gisements pris en considération s'avèrent par conséquent représentatifs d'une diversité fonctionnelle présumée selon les auteurs.

# 1. Diversité des outils plats et de leurs modes d'utilisation

Une première étape de ce travail à consister à isoler, au sein de chaque série, l'ensemble des outils ayant travaillé en percussion posée. Nous avons effectué un échantillonnage large, fondé sur l'identification des traces d'utilisation et non uniquement sur une classification typologique des objets.

Dans l'ensemble des séries étudiées, l'outillage plat apparaît très diversifié d'un point de vue typologique ainsi qu'au niveau des modes de fonctionnement : les assemblages comprennent généralement du matériel de broyage et des outils utilisés sans répercutant associé.

## 1.1. Objets utilisés sans répercutant associé

Au sein de chacun des assemblages, les différents types d'outils fonctionnant sans répercutant associé montrent des modes d'utilisation similaires. Les activités identifiées comprennent :

- le travail de la peau : cette activité apparaît très importante dans la série de la grotte d'Hayonim ou elle est attestée sur diverses catégories d'objets comprenant "molettes", pilons plats, galets lustrés et fragments de pilons. L'ensemble de ces artefacts participe probablement à différentes étapes du traitement : nettoyage, assouplissement et traitement des peaux pour les "nourrir" ou les colorer ;
- le travail de végétaux ligneux est attesté sur les pièces portant des traces d'usage sur leur flanc. Les outils ont travaillé en percussion posée et lancée et les activités mises en évidence sont peut être liées à la vannerie.

## 1.2. Le matériel de broyage : typologie et fonction

Les activités de broyage sont attestées sur des outils "typiques" mais aussi sur des pilons fragmentés et réemployés ainsi que sur des blocs peu ou non transformés. Par ailleurs, le matériel considéré d'un point de vue typologique comme participant à des activités de broyage n'a pas systématiquement travaillé en couple :

- dans la catégorie des molettes, les modes d'utilisation apparaissent diversifiés. Ils comprennent des fonctionnements avec meule mais aussi "isolés" pour le travail de différentes matières. Si l'on considère ces objets en tant que classe générale d'outils, celle-ci ne témoigne donc pas uniquement du travail des végétaux en vue de leur consommation ;
- les meules apparaissent plus diagnostiques de ce point de vue puisque la plupart a livré des indications d'une utilisation pour le broyage de végétaux. L'assemblage des fouilles anciennes de Mallaha comprend cependant une dalle utilisée comme planche ou support pour des activités différentes de celle du broyage.



Dans la catégorie des formes plates, c'est probablement la présence au sein des assemblages des deux éléments complémentaires, leur standardisation et la mise en évidence d'un investissement important dans la mise en forme et l'entretien des pièces qui pourraient indiquer une spécialisation des outils pour le broyage des végétaux. Nous verrons néanmoins que ces caractéristiques ne peuvent être considérées comme un témoignage univoque de cette activité. L'étude tracéologique apparaît finalement comme le moyen le plus fiable de mettre en évidence les activités de broyage au sein de l'outillage plat.

### **1.3. Différents types de matières broyées**

Parmi les différents sites étudiés, les données tracéologiques attestent d'un broyage de végétaux sur meule et molette, plus particulièrement de légumineuses et céréales. Il n'y a pas d'indice de traitement des végétaux oléagineux. Si l'on se fonde sur les études environnementales détaillées effectuées pour certains gisements tels que Abu Hureyra (Moore *et al.*, 2000), l'éventail des végétaux exploitables est à priori large et l'outillage de broyage plat pourrait ainsi être considéré comme spécialisé sur l'exploitation de certains d'entre eux. Dans l'ensemble des végétaux présents à l'état sauvage, ils correspondent aux premiers à avoir été domestiqués.

Par ailleurs, les fouilles anciennes de Mallaha ont livré une molette présentant des traces proches de celles obtenues lors du broyage sur meule de matières animales. Cependant, aucun répercutant portant de tels stigmates n'a été trouvé. Les analyses tracéologiques mettent aussi en évidence un broyage de matières minérales sur les sites de Mallaha et de la terrasse d'Hayonim.

### **1.4. Origine et développement du matériel de broyage : l'apport des données du Natoufien**

L'outillage plat témoigne de mode d'utilisation divers et les objets compris dans la catégorie typologique des outils de broyage ne peuvent être systématiquement considérés comme des témoins indirects de l'exploitation des végétaux. Ces résultats apportent de nouvelles données pour discuter des théories relatives aux origines et à l'évolution des outils de broyage. Celles-ci reposent en effet généralement sur la prise en compte d'hypothèses fonctionnelles.

#### **1.4.1. Des origines : le broyage de colorant ?**

Deux propositions sont discutées ici :

- celle d'une origine liée au broyage de l'ocre (e.g Flannery, 1969 ; Wright, 1992b) ;
- celle de l'apparition des meules typiques en tant que marqueur du développement des techniques de broyage des graines (Kraybill, 1977).

En ce qui concerne la première proposition, la diversité des modes d'utilisation en percussion posée documentée dans ce travail va à l'encontre de l'hypothèse d'une spécialisation première de cet outillage pour le travail de l'ocre. Pour l'outillage plat, elle souligne par ailleurs

la nécessité de démontrer en premier lieu que les outils participent effectivement à un système impliquant deux éléments complémentaires et peuvent être considérés comme du matériel de broyage. Pour répondre à cette question des origines, il est donc essentiel de réexaminer les collections en intégrant les nouveaux moyens d'analyse fonctionnelle développés dans nos travaux ainsi que dans d'autres.

Concernant la seconde proposition, dans le contexte du Natoufien, les meules typiques, entièrement mises en forme sont effectivement associées au broyage de graines de légumineuses ou de céréales. Elles apparaissent ainsi plus diagnostiques que les molettes d'un travail des végétaux. Mais c'est surtout la présence des deux outils complémentaires qui apparaît significative. Néanmoins ce critère ne peut-être considéré comme absolu et la démonstration doit nécessairement reposer sur une étude tracéologique des outils ou une analyse de résidus. Par ailleurs, l'étude que nous avons effectuée souligne l'importance d'une approche technologique, de la détermination des modalités de gestion de l'outillage pour évaluer la place des activités mises en évidence dans les systèmes économiques et sociaux des populations.

### **1.4.2. Au développement : le broyage des végétaux ?**

Nos données attestent que le développement des outils plats durant le Natoufien est probablement associé au travail des légumineuses et des céréales. Pour l'ensemble de la période, mortiers et pilons dominant largement les assemblages. Les séries importantes sont caractérisées par la présence de mortiers de différentes tailles (mortier profond ou *stone pipe* et bol) ainsi que par la diversité des dimensions et des morphologies des extrémités actives des pilons. Cette diversité renvoie probablement à des modes de fonctionnement divers et peut-être à des matières travaillées variables. En l'état actuel de notre recherche, nous ne pouvons nous permettre d'interpréter les traces d'usage sur ces outils. Pour la série de la grotte d'Hayonim, nous avons cependant échantillonné des fragments de mortiers en basalte afin d'en effectuer une étude tracéologique préliminaire. Il semble que l'on retrouve différentes caractéristiques récurrentes dont certaines pourraient correspondre à des usures relatives au travail de matières contenant de la graisse et d'autres de végétaux non oléagineux. Cette recherche doit être poursuivie ; il est nécessaire de constituer un référentiel expérimental permettant d'évaluer les variations des traces d'usage induites par le mode d'application de la force (percussion lancée ou posée) pour le travail d'une même matière.

## **2. Variabilité inter-sites**

Dans l'ensemble des variations observées entre les séries, certaines semblent résulter d'une différence dans les activités pratiquées sur les sites, d'autres témoignent de traditions techniques spécifiques à leurs occupants. Ceci concerne essentiellement les outils ayant travaillé sans répercutant associé. L'interprétation des variations constatées relatives à l'importance des activités de broyage ou aux modalités de gestion de l'outillage plat apparaît plus difficiles à interpréter.

## **2.1. Variation des activités pratiquées sur les sites**

Les objets utilisés pour le travail des végétaux ligneux (pièces portant des traces d'utilisation sur leur flanc) sont nettement mieux représentés dans l'assemblage de la grotte d'Hayonim. Ils sont en revanche absents de la terrasse et trouvés en très faible nombre sur le site de Mallaha. Pour la grotte d'Hayonim, l'importance de cet outillage, si l'on y inclue les *muller* en calcaire, indique une place essentielle de ces activités sur le site.

La prédominance des activités "artisanales" par opposition à celles liées à la subsistance documentée par l'outillage plat de la grotte d'Hayonim pourrait-elle être liée à une fonction spécifique du site ? Pour les niveaux datés du Natoufien récent, la dichotomie proposée par Bar-Yosef et Belfer-Cohen (sous presse) entre l'occupation de la terrasse (espace domestique) et la grotte (espace rituel) semble se retrouver dans les modes d'utilisation de l'outillage plat. Alors que le broyage de végétaux est documenté sur la terrasse, seules des activités relatives au travail de la peau ou de végétaux ligneux sont attestées dans la grotte. Notons néanmoins qu'il est essentiel d'effectuer une étude fonctionnelle des pilons et mortiers afin de préciser les types d'activités qui se sont déroulées sur les deux sites.

## **2.2. Différentes traditions techniques**

Le travail de la peau est attesté sur différentes catégories d'artefacts. Certaines correspondent à des outils standardisés et ayant fait l'objet d'un investissement important lors de leur production (exploitation de blocs de grandes dimensions entièrement transformés ou encore attention particulière donnée à la finition) : c'est le cas des pilons plats de la grotte d'Hayonim que l'on ne retrouve quasiment dans aucune autre série et des pierres à polir qui apparaissent spécifiques à Mallaha. Ces outils pourraient témoigner de traditions techniques propres aux habitants de ces sites. Ils conforteraient ainsi l'hypothèse d'une géographie culturelle fortement morcelée, qui impliquerait notamment la coexistence de plusieurs groupes au sein de la zone Carmel-Galilée. Cette hypothèse a été avancée dans différents travaux portant sur l'industrie lithique (e.g. Valla, 1984), les outils d'os (Stordeur, 1981, 1991), les pratiques funéraires (e.g. Perrot *et al.*, 1988 ; Belfer-Cohen, 1991b) ou l'art mobilier (Belfer-Cohen, 1991a).

## **2.3. Les activités de broyage au sein des différents sites**

- **La grotte d'Hayonim** est l'unique site à ne présenter que très peu de témoignage d'une utilisation de l'outillage plat comme matériel de broyage. Les pièces passives comprennent un fragment de mortier réemployé sur sa face interne pour le broyage d'ocre ainsi qu'un autre fragment pour lequel les hypothèses alternatives d'une utilisation en tant que meule ou mortier restent posées. Aucun outil actif n'a été identifié.

- L'assemblage de **la terrasse d'Hayonim** est peu important et comprend essentiellement des outils actifs. Sur les objets ayant travaillé en couple, deux matières d'œuvre ont été identifiées : les céréales ainsi qu'une matière minérale.
- L'ensemble du Natoufien final de **Mallaha** constitue la série pour laquelle le broyage de végétaux sur meule et molette est le mieux documenté. L'outillage plat représente l'essentiel du matériel de broyage de ce niveau. La majeure partie des molettes a été employée pour le broyage de légumineuses, les céréales sont représentées dans une moindre proportion. Un broyage de matière minérale est aussi documenté sur quelques pièces. Les outils passifs présentent des formes diverses. L'ensemble des meules à ensellure, de grandes dimensions, montre une usure relative au travail des légumineuses. Pour les autres catégories de meules, les matières d'œuvre identifiées comprennent légumineuses et céréales.

L'importance des activités de broyage des végétaux documentée par l'outillage plat des différents assemblages est variable. Celles-ci sont, en définitive, bien attestées sur le site de Mallaha dans le niveau final de l'occupation natoufienne. En revanche, la série de la grotte d'Hayonim ne présente quasiment pas d'indices d'un broyage de végétaux avec meule et molettes. Les deux assemblages peuvent être par ailleurs opposés dans les modalités de gestion de l'outillage plat.

## **2.4. Deux modes de gestion**

Ils peuvent être résumés comme suit :

- sur le site de la grotte d'Hayonim, les catégories d'outils utilisés en percussion posée sont diverses. Les modes de mise en forme sont variables cependant l'exploitation de blocs naturels faisant l'objet d'un aménagement sommaire est fréquente. Des réemplois attestent d'une circulation des formes creuses vers les formes plates. L'assemblage est essentiellement constitué d'outils actifs utilisés sans répercutant associé pour le travail de la peau ou de végétaux ligneux. Les indices d'utilisation multiple (outils plurifonctionnels, composites et réemplois) sont par ailleurs nombreux. Le matériel utilisé en percussion posée diffuse peut être considéré comme de second ordre dans l'ensemble des outils de broyage, de par sa faiblesse numérique et un investissement moindre lors de la production.
- pour le niveau Natoufien final de Mallaha, le matériel de broyage est presque exclusivement représenté par des molettes et des meules. Les molettes ainsi que certaines catégories de meules apparaissent comme des outils standardisés faisant l'objet d'une mise en forme généralisée entraînant une modification importante de la morphologie du bloc d'origine. Nous n'observons pas le recyclage d'une autre catégorie d'artefact. En revanche, les indices d'un entretien des pièces (ravivage) sont nombreux. Enfin, les modes d'utilisation sont peu diversifiés et correspondent essentiellement à un fonctionnement avec répercutant associé pour le broyage de végétaux (légumineuses ou céréales). L'investissement dans les mises en forme, la standardisation de certains outils, leur mode d'utilisation attestent d'une forte spécialisation de l'outillage.

Dans quelles mesures ces différences sont-elles liées à des variations inter-sites ou à une évolution au cours du Natoufien des modes d'utilisation des outils plats ou encore de l'importance des légumineuses et céréales dans les économies ? Nous apporterons dans la partie suivante des éléments de réponse à cette question.

### **3. L'hypothèse d'une évolution de l'outillage plat au Natoufien**

#### **3.1. Comparaison des séries dans une perspective diachronique**

L'étude détaillée des séries de la grotte et de la terrasse d'Hayonim, des fouilles anciennes de Mallaha permet de préciser nos données pour le Natoufien récent et ancien :

- dans le Natoufien ancien de Mallaha, certaines caractéristiques peuvent être rapprochées de celles de l'assemblage de la grotte d'Hayonim : les catégories d'outils sont diverses, les modes d'utilisation comprennent des fonctionnements sans répercutant associé pour le travail de la peau et de végétaux ligneux. Les indices d'utilisation multiple sont nombreux. Cependant, la présence d'une meule à ensellure utilisée pour le broyage de légumineuses atteste d'une continuité de l'exploitation de ce type de ressource mais aussi des procédés de transformation utilisés au cours du Natoufien. Cette pièce, ainsi que certains outils témoignent par ailleurs d'un investissement important lors de la mise en forme (recherche de blocs de grandes dimensions qui font l'objet d'une mise en forme généralisée comprenant un aménagement des flancs et des surfaces non actives).
- le Natoufien récent de la terrasse d'Hayonim montre une situation intermédiaire : les indices de réemploi des pièces sont présents mais l'outillage y est peut être principalement destinés au broyage de matières végétales. Ceci n'est en revanche pas attesté dans le Natoufien récent de la grotte. Les seules tendances notables de variations au cours de la séquence d'occupation sont les suivantes : les pilons plats sont trouvés essentiellement dans le Natoufien ancien et les molettes dans le Natoufien récent. Comme nous l'avons précédemment évoqué, une spécificité du mode d'occupation de la grotte pourrait expliquer la quasi-absence, durant toutes les phases, d'outils plats témoignant du broyage de végétaux.

Nous privilégions ainsi l'hypothèse que certaines caractéristiques des deux systèmes présentés procèdent d'une évolution de l'outillage plat au cours du Natoufien.

## **3.2. Proposition d'un schéma d'évolution du matériel de broyage au cours du Natoufien**

### **3.2.1. Les outils de broyage utilisés en percussion posée**

- au Natoufien ancien, l'outillage utilisé en percussion posée serait plus divers aussi bien en ce qui concerne les catégories d'outils représentées que les modes d'utilisation. Il témoignerait de l'exploitation significative de blocs peu transformés et du réemploi de catégories d'outils plus investis (circulation des formes creuses vers les formes plates) ;
- à partir du Natoufien récent, on observe une tendance à l'augmentation de la fréquence des meules et molettes au sein des séries, un investissement plus important dans leur production, une standardisation des formes et une spécialisation vers le traitement de certaines ressources végétales (légumineuses et céréales).

### **3.2.2. Autres tendances au sein du matériel de broyage**

Cette évolution de l'outillage plat s'accompagne d'autres modifications au sein des assemblages de matériel de broyage. Nous avons mis en évidence à Mallaha un remplacement des formes creuses (dominant au Natoufien ancien) par les formes plates (au Natoufien final). Pour ce site, notre échantillon ne comprend que très peu d'artefacts attribués au Natoufien récent. Il ne nous permet donc pas de préciser les différentes étapes de ce remplacement. En revanche, le Natoufien récent est documenté dans cette étude par les séries de la grotte et de la terrasse d'Hayonim. Dans l'assemblage de la terrasse, les molettes et outils utilisés en percussion posée sont représentés dans des proportions identiques à celles des pilons et mortiers. Pour la grotte d'Hayonim, les formes creuses apparaissent toujours largement dominantes.

### **3.2.3. Les données provenant d'autres sites**

Les données synthétisées par Wright (1994) ainsi que celles présentées par différents chercheurs (e.g Nierlé, 1983 ; Goring-Morris, 1987 ; Samzun, 1994 ; Moore *et al.*, 2000) attestent d'une importante variabilité de la période du remplacement des formes creuses par les formes plates. Cette variabilité pourrait résulter en partie de la fonction spécifique des sites. Elle pourrait aussi dépendre de traditions propres à chaque groupe pour lesquels la place de l'outillage plat au sein du matériel de broyage semble différente. A ce titre, la présence de grandes meules à ensellure dès la phase ancienne de Mallaha est remarquable.

Meules et molettes apparaissent bien représentées à la fin du Natoufien dans le Nord de la Galilée (à Mallaha) et dans la vallée de l'Euphrate (à Mureybet, où les pilons et mortiers sont absents de l'assemblage natoufien et à Abu Hureyra). Il est possible que ceci constitue une particularité des sites du Nord du Levant qui pourraient représenter de ce point de vue un ensemble spécifique au sein des implantations natoufiennes. Cette hypothèse a été proposée par Valla et Khalaily (1997) qui parlent d'une "*tradition septentrionale*" de l'importance de l'outillage plat. Les auteurs notent par ailleurs que si le matériel de broyage le plus usuel dans

le Sud du Levant est creux, les objets ont tendance à devenir plus plats à partir du Harifien où les pierres à cupule se développent.

D'autres variations diachroniques relatives au mobilier de pierre doivent être par ailleurs mentionnées :

- Wright (1992a et b, 1994) met en évidence une répartition spécifique des outils de broyage au Natoufien récent : contrairement au Natoufien ancien et au PPNA, les outils ne sont plus préférentiellement associés aux sites présentant des structures construites mais leur distribution devient plus large. Ainsi, l'évolution constatée au sein de l'outillage plat pourrait être corrélée avec des modifications importantes des modes d'implantation et des stratégies de subsistance au cours du Natoufien.

- notons enfin que les éléments de décor sont essentiellement documentés sur des mortiers et sont nettement plus fréquents pour les périodes anciennes du Natoufien. Nous pouvons donc supposer une modification de la place de l'outillage de broyage au sein des systèmes symboliques et sociaux des populations au cours du Natoufien.

### **3.2.4. Bilan : quel schéma d'évolution du matériel de broyage au cours du Natoufien ?**

L'hypothèse proposée est celle d'une évolution amorcée dès le Natoufien récent vers une spécialisation de l'outillage plat pour des activités de broyage des légumineuses et des céréales s'accompagnant d'une standardisation des meules et des molettes ainsi que d'un investissement important dans la production de ces outils et leur entretien (exploitation de blocs de grandes dimensions, mise en forme généralisée comprenant un aménagement des parties non actives des outils ; ravivage régulier des surfaces). Parallèlement, la part relative des outils plats et creux s'équilibre, les premiers dominant progressivement les seconds au sein des assemblages. On assisterait en outre à un appauvrissement du répertoire des outils de broyage et de percussion.

Cette hypothèse ne repose cependant que sur l'examen d'un nombre limité de séries. Celle de la terrasse d'Hayonim constitue par ailleurs un échantillon probablement très réduit de l'ensemble de l'occupation. Ainsi, il est plus que nécessaire de développer les approches tracéologiques des assemblages de mobilier de pierre natoufiens afin de tester et de préciser les reconstitutions proposées. Les différentes synthèses et monographies publiées laissent présager d'une importante complexité des modalités du remplacement des formes creuses par les formes plates.

### **3.2.5. Interprétations possibles de l'évolution proposée**

Différentes hypothèses ont été proposées pour expliquer le remplacement des formes creuses par les formes plates. Elles comprennent : une modification des types de plantes exploitées, de leur nature (sauvage ou domestique), de leur importance économique ou encore du contexte social de l'exploitation des ressources. Les résultats de notre étude apportent de nouveaux éléments pour discuter ces alternatives.

- **une modification des types de ressources exploitées** : d'après nos données, le remplacement des formes creuses par les formes plates signifierait une spécialisation du matériel de broyage comprenant un appauvrissement important de la gamme des outils employés et l'exploitation préférentielle de certains végétaux (légumineuses et céréales). Une étude fonctionnelle des mortiers et pilons est nécessaire afin de déterminer si les ressources transformées par ces outils comprennent ou non des matières différentes de celles mises en évidence pour les meules et molettes. Si l'on se fonde sur différentes enquêtes ethnologiques, la coexistence au sein des assemblages des deux types d'outil correspond généralement à une répartition des tâches, tandis que le remplacement de l'un par l'autre ne recouvre pas nécessairement une modification des types de ressource exploités mais plutôt des techniques de transformation. Dans les différents niveaux d'occupation de Mallaha, nous observons tout d'abord la coexistence des deux couples puis le remplacement de l'un par l'autre. Ceci pourrait plaider en faveur de l'hypothèse d'un remplacement non pas lié à un changement des types de ressources exploitées mais peut être à une plus grande importance de certaines d'entre elles dans la diète.
- **une modification de l'importance économique de certaines ressources** : en effet, pour l'assemblage du Natoufien final de Mallaha, la mise en forme généralisée de la majorité des outils, leur standardisation, les indices de ravivage témoignent de l'importance de l'outillage au sein du système économique. Par rapport aux mortiers et pilons, l'investissement lors de la production des meules et molettes est probablement moindre. L'utilisation préférentielle de ces dernières semble ainsi traduire la recherche d'une meilleure rentabilité dans l'exploitation des ressources. Selon Wright (1992b), le broyage sur meule, autorisant la production d'une farine fine, permet d'augmenter l'apport en nutriments des produits consommés. Selon nous, le développement de l'outillage plat pourrait être ainsi relié à une volonté d'optimiser les rendements de production et indiquer la place centrale des ressources transformées (légumineuses et céréales) dans les économies de subsistance. Dans le Natoufien final de Mallaha, ce sont plus particulièrement les légumineuses qui semblent faire l'objet d'une exploitation intensive. Cette étude met donc en évidence l'importance de ces plantes au sein de l'alimentation des populations pré-néolithiques.
- **le passage d'une exploitation de ressources sauvages à domestiquées** : cette hypothèse a été discutée par Wright (1992a) qui évoque la possibilité d'un remplacement des mortiers et pilons en pierre par des outils en bois plus efficaces pour le traitement des graines domestiques préalable à leur broyage (détachement des épillets et de la balle)<sup>30</sup>. Nos critères d'analyse tracéologique ne nous permettent pas de différencier le broyage de graines sauvages ou domestiques. Notons simplement que l'on peut considérer que les outils documentent l'exploitation préférentielle de légumineuses et de céréales qui constitueront les premières espèces reconnues comme ayant été domestiquées. Par ailleurs, selon Jones (1984) et Hillman (1984), les chaînes opératoires de traitement des céréales et des légumineuses peuvent être considérées comme similaires. Cependant,

---

<sup>30</sup> Précisons que selon Wright, le développement du matériel de broyage en général est avant tout relié à celui d'un mode de vie sédentaire



une synthèse des restes archéobotaniques proche-orientaux effectuée par Willcox (2001) indique que les assemblages restent caractérisés jusqu'au PPNB par la présence d'une proportion importante de graines sauvages. Il est ainsi plus probable qu'une adaptation des techniques de traitement aux modifications des plantes liées à leur domestication (c'est-à-dire l'adoption de mortier en bois) n'intervienne que lorsque les formes domestiques constituent l'essentiel des récoltes.

- **une modification du contexte social de production et d'utilisation des outils de broyage** : comme l'a souligné Belfer-Cohen (1988c), si l'on considère les différences d'investissement nécessaire pour la réalisation d'outils creux ou plats, leur remplacement implique une modification profonde des organisations sociales liées à leur production et probablement à leur utilisation. L'auteur propose un usage collectif des grands mortiers, l'adoption d'un outillage plat aurait permis de produire plus de pièces et autorisé leur diffusion au sein des unités familiales. Sur le site de Mallaha, les meules apparaissent sous-représentées par rapport au nombre de molette, ce qui pourrait traduire un usage collectif des outils passifs, une possession individuelle des outils actifs. Cependant, si l'on considère les objets non fragmentés retrouvés *in situ*, les proportions sont probablement plus égales. Une meilleure compréhension des modes d'occupation de l'espace et des comportements de rejet pourra permettre de préciser l'organisation sociale du broyage sur le site. En l'état actuel des données, nous considérons néanmoins, à la suite de Belfer-Cohen (*op. cit.*), que l'augmentation de l'outillage plat est probablement associée à de profondes modifications des organisations sociales de l'utilisation des outils de broyage.

***En définitive, si l'hypothèse d'une spécialisation de l'outillage de broyage (dans les types d'outils et les matières travaillées) à la fin du Natoufien est confirmée, nous considérons que celle-ci peut être comprise comme indiquant l'importance, peut être nouvelle, au sein des économies de subsistance des légumineuses et des céréales probablement en relation avec une modification des organisations sociales des systèmes de production et d'utilisation du matériel de broyage. L'importance des légumineuses documentée dans cette étude doit être en particulier soulignée car elle n'a été que rarement envisagée dans l'ensemble des hypothèses proposées concernant l'évolution des modes d'exploitation des ressources végétales.***

Resituer nos données dans un contexte plus global peut nous permettre de tester en partie l'hypothèse avancée et apporter des éléments pour interpréter ces résultats et les confronter aux différentes reconstitutions proposées concernant l'évolution des adaptations natoufiennes et le processus de néolithisation au Proche-Orient .

## 4. Un test : l'évolution proposée remise en contexte

### 4.1. *Variation diachronique des adaptations natoufiennes*

Les sites natoufiens présentent, lorsque l'occupation ne correspond pas à un niveau unique, des stratigraphies complexes en partie perturbées par les activités de construction et le creusement de sépultures. Sur la base de ces séquences, des divisions en plusieurs phases ont été proposées par différents chercheurs. La séparation en trois périodes (ancien, récent et final) finalement retenue est fondée sur la fréquence de la retouche bifaciale oblique des segments de cercle et les variations de leurs dimensions. Ces divisions sont considérées comme "arbitraires" dans un schéma d'évolution continue auquel se surimposent d'importantes variabilités inter-sites (Valla, 1984).

Quelle est la signification de ces différentes phases, de l'évolution constatée au sein des industries lithiques en terme d'adaptation des sociétés humaines ? Dans quelles mesures correspondent-elles à des changements significatifs des modes de vie durant le Natoufien ?

### 4.2. *Une modification des modes d'implantation au Natoufien récent et final*

A l'exception de l'évolution relative aux segments de cercle, on constate une importante stabilité des techniques de production des industries lithiques et osseuses. En revanche, une modification des pratiques funéraires et des modes d'implantation des populations au cours des différentes phases du Natoufien semble attestée.

***Ainsi, au niveau chronologique, le schéma d'évolution des outils de broyage proposé dans notre étude fait écho à des modifications plus profondes des adaptations natoufiennes.***

- en ce qui concerne les pratiques funéraires, une tendance au développement des inhumations secondaire au Natoufien récent a été proposé (e.g Bar-Yosef, O. 1998b ; Belfer-Cohen et Bar-Yosef, 2000). Il semble en définitive que l'évolution des pratiques diffère d'un site à un autre (e.g Garrod et Bate, 1937 ; Perrot *et al.*, 1988 ; Belfer-Cohen, 1988c). Une diminution du mobilier funéraire mais plus particulièrement des objets de parure associés aux défunts semble en revanche générale. Ceci a été interprété comme illustrant des changements d'organisation des sociétés humaines, du statut de l'individu au sein du groupe. Les hypothèses proposées apparaissent cependant contradictoires en particulier pour ce qui est de la mise en place d'une hiérarchie sociale au Natoufien ancien (e.g Wright, 1978 ; Belfer-Cohen, 1995 ; Byrd et Monohan, 1995 ; Bar-Yosef et Belfer-Cohen, en préparation).

- en ce qui concerne les modes d'implantation, on constate la "colonisation" de nouveaux espaces au Natoufien récent et une réduction du nombre de gisement au Natoufien final. Par ailleurs, Goring-Morris et Belfer-Cohen (1997) proposent une diversification des types de sites et une baisse de l'importance relative des implantations "permanentes" à partir du Natoufien récent. Pour cette période, ces variations sont interprétées par certains comme résultant de l'adaptation d'un modèle "sédentaire" aux conditions environnementales des nouvelles zones exploitées. Pour d'autres, elles sont liées à la crise climatique du Dryas récent imposant une réorganisation des adaptations natoufiennes. A la fin du Natoufien, l'hypothèse d'une diminution de la sédentarité est proposée par nombre de chercheurs.

Une modification des stratégies de subsistance parallèle à celle des modes d'implantation des populations reste toutefois difficile à mettre en évidence.

### **4.3. Implication sur les modes de subsistance : début de la domestication ou plus grande importance de la chasse ?**

Selon Valla *et al.* (2001), au Natoufien final, ce "retour" à un mode de vie plus mobile s'accompagnerait d'une importance croissante de la chasse comme moyen de subsistance.

De son côté, Bar-Yosef, O. (1996) propose l'hypothèse d'un développement de l'agriculture à la fin du Natoufien en réponse à la péjoration climatique du Dryas récent. Les graines de seigle domestique trouvées sur le site de Abu Hureyra semblent apporter des arguments en faveur de cette théorie. Moore *et al.* (2000) envisagent plutôt l'établissement d'une économie de production à la fin du Natoufien résultant d'une tradition plus ancienne de pratiques agricoles.

Dans l'optique d'un processus lent de domestication des plantes, Willcox (2000b, 2001) préfère parler d'indices de "domestication ponctuelle" pour expliquer ces premiers restes domestiques. Tout comme Anderson (2000) et d'autres, la mise en place des économies agricoles, de sociétés vivant au rythme du calendrier agraire est envisagée plus tardivement.

Dans ce contexte, que signifie l'évolution proposée au sein des outils de broyage et qu'apportent nos résultats pour la caractérisation des modes de vie natoufiens ?

### **4.4. L'apport d'une étude du matériel de broyage**

#### **4.4.1. Evolution des stratégies de subsistance au cours du Natoufien**

Nos données indiquent une modification des stratégies de subsistance parallèle à celle des modes d'implantation à partir du Natoufien récent. L'étude tracéologique de l'outillage plat montre qu'au Natoufien final, légumineuses et céréales deviennent les principales espèces exploitées et que l'on cherche à en optimiser les rendements en généralisant le broyage avec

meules et molettes. Le Natoufien récent pourrait constituer une première étape de ce processus où l'on assiste au développement de la pratique du broyage en percussion posée et non plus lancée, utilisée pour la transformation de ces mêmes plantes.

L'évolution proposée pourrait constituer un jalon dans l'histoire du traitement des végétaux et de la recherche de technique permettant d'optimiser les rendements de leur exploitation.

Cependant, cette évolution a peut-être été limitée à certains groupes natoufiens. Par ailleurs, si l'on espère avoir saisi une tendance globale, celle-ci ne pourra être confirmée que par l'analyse d'un plus grand nombre de séries et l'étude tracéologique des mortiers et pilons.

#### **4.4.2. Un début de l'agriculture au Natoufien ?**

Dans quelles mesures nos résultats documentent-ils l'utilisation intensive des végétaux par des chasseurs-cueilleurs voire le passage d'une économie de chasse et de cueillette à une économie de production ?

Certaines données nous incitent à privilégier un scénario proche de celui proposé par Willcox (2000b, 2001). Il semble en effet que l'importance des outils plats soit plus marquée dans les sites du Nord du Levant à la fin du Natoufien que dans le reste de l'aire culturelle natoufienne. Cette spécificité pourrait résulter de traditions techniques propres à ces groupes et traduire ainsi une variabilité "culturelle" des modes d'exploitation des ressources végétales. D'après nos résultats, le développement de l'outillage plat pourrait être lié à une recherche d'optimisation des rendements de l'exploitation des légumineuses et des céréales, qui correspondent aux premières plantes mises en culture. Ceci pourrait donc plaider en faveur de l'hypothèse de Willcox (*op. cit*) qui envisage des modalités d'exploitation des végétaux propres à chaque groupe comprenant des expériences de domestication qui apparaissent "ponctuelles", c'est-à-dire limitées dans le temps et l'espace. Leur généralisation ne serait que plus tardive. Willcox (2001) propose par ailleurs les légumineuses, plus particulièrement les lentilles, comme candidat potentiel de ces premières agricultures. Celles-ci sont effect présentes en abondance dans les assemblages archéobotaniques dès le Natoufien et ceci même en dehors de leur habitat naturel. L'importance du travail de légumineuses mise en évidence dans cette étude pour l'occupation du Natoufien final de Mallaha soutient donc cette théorie.

Ces expériences de domestication ponctuelle pourraient correspondre, suivant les concepts développés par Renfrew (1984) et précisés par Fitzhugh (2001), à une phase de test, d'évaluation de l'apport d'une nouvelle technique d'acquisition des ressources (c'est-à-dire l'agriculture). En reprenant la différenciation effectuée par ces auteurs entre "invention" et "innovation", nous envisageons donc l'hypothèse d'une invention ancienne de l'agriculture, le Natoufien constituerait une étape dans l'adoption de cette invention par les sociétés humaines. Si l'on suit les raisonnements de Renfrew (1984), l'innovation a un effet multiplicateur et génère la mise en place de nouvelles techniques, en relation avec la première, permettant d'en améliorer les rendements. Le Néolithique semble correspondre à cette phase où les pratiques agricoles commencent à structurer les systèmes techniques et sociaux et deviennent ainsi archéologiquement beaucoup plus "visibles".

Dans l'ensemble des études effectuées sur le Natoufien, les recherches tracéologiques apportent de nombreux arguments dans ce sens. Tout d'abord, pour la période du Natoufien, Plisson (*in Valla et al.*, 1991) considère que les systèmes techniques mis en évidence diffèrent peu de ceux des chasseurs-cueilleurs du Tardiglaciaire européen. Au sein des assemblages lithiques, la part des activités liées à la récolte de graminées, si elle est peut être en augmentation par rapport aux périodes précédentes, n'apparaît pas prépondérante. Ensuite, les études d'Anderson (2000) semblent documenter "l'effet multiplicateur" évoqué par Renfrew, perceptible, après le Natoufien, dans la diversification des techniques liées au traitement des céréales (par exemple le *tribulum*) et la mise en place de procédés de plus en plus élaborés.

Afin de vérifier le modèle proposé, deux points doivent être en particulier démontrés :

1. celui de l'existence de particularités régionales dans les modes d'exploitation des ressources végétales ;

Deux arguments plaident en faveur de cette hypothèse :

- tout d'abord, l'importante diversité climatique ainsi que de la géographie physique de la région levantine laisse présager une nécessaire adaptation des stratégies d'exploitation des ressources aux conditions locales. Ces adaptations sont d'ailleurs perceptibles pour les ressources carnées. En effet, si l'on reprend les résultats de Horwitz et Goring-Morris (2000), il semble que l'exploitation d'un large spectre de ressource soit caractéristique des environnements méditerranéens riches en ressources alors que les implantations des régions désertiques connaissent une spécialisation sur les ongulés de taille moyenne. Mais le problème reste alors de reconstituer l'implantation des populations sur le territoire, la relation des différents sites entre eux afin de déterminer si ces variations régionales constituent le ferment de traditions propres à certains groupes natoufiens.
- sur ce dernier point, rappelons qu'un nombre important de recherches documente de forts particularismes "régionaux" au Natoufien. Par ailleurs, dans la zone centrale, la diversité des pratiques funéraires semble indiquer une géographie sociale fortement morcelée.

L'analyse comparée de l'outillage associé à l'exploitation des ressources végétales et en particulier des outils de broyage de différents sites pourra nous permettre de tester en partie l'hypothèse d'une variabilité des modes d'exploitation des plantes ainsi que de préciser la nature et la géographie de cette variabilité.

2. celui d'une longue tradition d'exploitation des plantes et d'intervention humaine sur le milieu végétal.

Tester cette hypothèse apparaît problématique car il semble évident, et ceci a été souligné par de nombreux auteurs, que ces pratiques présentent une faible visibilité archéologique. Ainsi, leur mise en évidence ne peut probablement pas reposer sur des preuves directes mais doit découler d'un ensemble d'inférences. En particulier, l'étude des systèmes économiques et sociaux des populations préhistoriques pourrait permettre de cerner le moment probable d'une intensification des pratiques visant à améliorer le rendement de l'exploitation des végétaux.

Celles-ci ont dû se dérouler dans le contexte d'une importance relative des ressources végétales au sein des économies de subsistance. Cette importance pourrait être mise en évidence en déterminant la disponibilité saisonnière des ressources, le mode d'implantation des populations sur le territoire ainsi que leur circuit annuel de mobilité. Ici encore, l'étude des techniques associées à l'exploitation des ressources végétales, que ce soit l'outillage en pierre, en silex et en os, les structures de cuisson, devrait apporter des éléments pour la constitution d'hypothèses.

Si nous espérons avoir proposer ici un scénario plausible du "processus de Néolithisation" au Proche-Orient, l'hypothèse avancée soulève par ailleurs de nombreuses questions : les sites du Nord du Levant correspondent-ils à un centre de diffusion de l'innovation, le cas échéant comment cette diffusion se déroule t-elle ? Pourquoi se tourne t-on au Natoufien vers de nouveaux systèmes de subsistance ?

Les théories proposées concernant le développement des sociétés agricoles ont envisagé plusieurs moteurs à cette transformation profonde des systèmes économiques et sociaux. Ils comprennent : crise climatique, pression démographique, organisations sociales devenant plus complexes, évolution des mentalités et des techniques.

L'incidence de la péjoration climatique du Dryas récent, fréquemment évoquée, reste difficile à estimer pour le Proche-Orient étant données les divergences concernant les limites chronologiques inférieures de cet événement et l'évaluation de ses répercussions sur les biomasses végétales. Si la péjoration climatique a effectivement été importante au Levant, la disponibilité en céréales et légumineuses aurait probablement été une des premières affectées. Dans ce contexte, l'importance de ces ressources au Natoufien final pourrait indiquer des tentatives de maintien d'un certain mode d'alimentation comprenant peut être un développement des pratiques agricoles. Toutefois, celles-ci s'inscrivent probablement dans une tradition ancienne d'exploitation des denrées végétales et ce scénario ne tient que si l'on pose une importance préalable des légumineuses et des céréales au sein des économies. Ainsi, nous estimons que les paramètres environnementaux ne peuvent pas être envisagés comme des éléments moteurs même si ils constituent un paramètre fondamental pour la compréhension du processus de néolithisation. L'exemple du Levant illustre des modifications importantes des organisations sociales et peut être des conditions démographiques qui sont parallèles, éventuellement antérieures, aux changements des systèmes économiques. Les facteurs "sociaux" nous apparaissent ainsi primordiaux. Cependant nous considérons que pour comprendre les raisons profondes de l'émergence des sociétés agricoles, il est nécessaire de s'affranchir des particularités de chacun des centres de néolithisation afin de dégager, à travers une étude comparée, des tendances générales, des points communs.

## 5. Perspectives de recherches

Les recherches méthodologiques sont à ce jour assez avancées pour envisager une étude comparative large des séries archéologiques.

Il s'agira tout d'abord de mieux définir les modalités de développement de l'outillage de broyage levantin, son lien avec le traitement des végétaux, en nous intéressant aux séries datées du Paléolithique supérieur, en effectuant une étude exhaustive des assemblages natoufiens et du début du Néolithique (périodes du PPNA et PPNB).

La détermination de critères de diagnose fonctionnelle pour l'analyse des mortiers et pilons nous permettra de tester les hypothèses relatives à l'évolution des modes d'exploitation des végétaux proposés dans ce travail. Nous nous intéresserons en particulier au problème du remplacement des formes creuses par les formes plates. Il s'agira de préciser la chronologie et la variabilité de ce remplacement et de tester l'hypothèse d'une spécialisation des outils de broyage pour le travail des légumineuses et céréales en percussion posée à la fin du Natoufien.

Afin de mieux comprendre les origines et le développement de cet outillage, il nous semble essentiel d'élargir la zone géographique prise en compte. Nous nous intéresserons plus particulièrement à la problématique du lien entre **le développement des techniques de broyage et le processus de néolithisation dans le bassin méditerranéen**.

Ceci nous permettra d'explorer les mécanismes d'adaptation et de diffusion de cette technologie de transformation des matières, ces relations avec les sociétés d'agriculteurs. Pour la plupart des régions du bassin méditerranéen, une synthèse générale des données relatives aux origines et à l'évolution du matériel de broyage n'a pas été entreprise. Il semble qu'une première étape de cette recherche se devra d'établir un état des connaissances des outils de broyage et de percussion mis au jour depuis le Paléolithique.



La démarche d'analyse élaborée dans ce travail a été appliquée à l'étude de différentes collections natoufiennes. Nous avons ainsi précisé les modes d'utilisation de l'outillage plat et apporté de nouvelles données concernant l'exploitation des végétaux à des périodes de transition entre des modes de vie de type chasseurs-cueilleurs et agricoles. La méthodologie proposée peut être appliquée à des contextes divers, autorisant l'analyse comparée sur le plan diachronique et géographique de registres d'activité jusqu'ici mal connus. Cette recherche constitue ainsi une première étape dans l'étude des techniques de broyage, des modes d'exploitation des végétaux et du processus de néolithisation des sociétés préhistoriques.





## **Bibliographie**

**ADAMS, J.L.**

1988. Use-Wear Analysis on Manos and Hide-Processing Stones. *Journal of Field Archaeology* 15 (3), p. 307-315.
1989. Methods for improving ground stone artefacts analysis : experiments in mano wear patterns. In AMICK, D.S. et MAULDIN, R.P. (Eds.) *Experiments in Lithic Technology*. Oxford : BAR International Series 528, p.259-274.
1999. Refocusing the Role of Food-Grinding Tools as Correlates for Subsistence Strategies in the U.S Southwest. *American Antiquity* 64 (3), p. 475-498.

**ALEXANDER, D.** 1992. A Reconstitution of Prehistoric Land Use in the Mid-Fraser River Area Based on Ethnographic Data. In HAYDEN, B. (Ed.) *A Complex Culture of the British Columbia Plateau. Traditional St'át'imx Resource Use*. Vancouver : UBC Press. p.47-98.

**ALLAIN, J. et RIGAUD, A.** 1989. Colles et mastics au Magdalénien. In OLIVE, M. et TABORIN, Y. (Eds.) *Nature et fonction des foyers préhistoriques. Actes du colloque international de Nemours, 2*. Nemours : A.P.R.A.I.F. p.221-223.

**AMES, K.M.** 1991. Sedentism : A Temporal Shift or a Transitional Change in Hunter-Gatherer Mobility Patterns ? In GREGG, S.A. (Ed.) *Between Bands and States*, Occasional Paper, n°9. Carbondale : Southern Illinois University. p.108-134.

**AMOURETTI, M.C.** 1991. Variations historiques des chaînes opératoires de transformation des produits agricoles méditerranéens : l'olivier et la vigne. *Techniques et culture*, 17/18, p. 245-272.

**AMOURETTI, M.C. et COMET, G.** 1992. *Le Livre de l'Olivier*. Aix en Provence : Edisud.

**ANDERSON, P.C.**

1980. A testimony of prehistoric task : diagnostic residues on stone tool working edges. *World Archaeology* 12 (2), p. 181-194.
1991. Harvesting of wild cereals during the Natufian as seen from the experimental cultivation and harvest of wild eikron wheat and microwear analysis of stone tools. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.521-556.
1992. Experimental cultivation, harvest and threshing of wild cereals and their relevance for interpreting the use of Epipalaeolithic and Neolithic artefacts. In ANDERSON, P.C.(dir) *Préhistoire de l'Agriculture : Nouvelles Approches Expérimentales et Ethnographiques*. Paris : Editions du CNRS, Monographie du CRA n°6, p.179-209.
2000. La tracéologie comme révélateur des débuts de l'agriculture. In GUILAINE, J. (dir) *Premiers paysans du monde. Naissances des agricultures*. Paris : éditions errance, p. 97-120.
- ANDERSON, P.C. et VALLA, F.** 1996. "Glossed Tools" from Hayonim Terrace : Blank Choice and Functional Tendencies. In KOZLOWSKI, S.K. et GEBEL, H.G.K. (Eds.) *Neolithic Chipped Stone Industries of the Fertile Crescent and Their Contemporaries in Adjacent Regions*, 3. Berlin : Berlin ex oriente, p.341-361.

**ANDERSON-GERFAUD, P.**

1981. *Contribution méthodologique à l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques*. Bordeaux : Université de Bordeaux I. 153 p. ill. Thèse de 3ème cycle : Sciences.
- 1984-85. Apports et limites de l'étude des phytolithes. *Nouvelles de l'Archéologie*, 18, p. 48-55.
- ANDERSON-GERFAUD, P., DERAPRAHAMIAN, G. et WILLCOX, G.** 1991. Les premières cultures de céréales sauvages et domestiques primitives au Proche-Orient Néolithique : résultats préliminaires d'expériences à Jalès (Ardèche). *Cahiers de l'Euphrate*, 5-6, p. 191-232.
- ANDERSON-GERFAUD, P., MOSS, E.H. et PLISSON, H.** 1987. A quoi ont-ils servi ? L'apport de l'analyse fonctionnelle. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 84, p. 226-237.
- ANNAUD, M. et GENESTE, J.M.** 1997. Des animaux à carapace molle. Organisation spatiale des relations sociales dans la société Tikar du territoire de Cindji, Cameroun Central. *Préhistoire Anthropologie Méditerranéenne*, 6, p. 155-184.

**AURENCHÉ, G. et KOZLOWSKI, S.K.** 1999. *La Naissance du Néolithique au Proche-Orient*. Paris : Errance.

- AURENCHE, O., GALET, P., REGAGNON-CAROLINE, E. et EVIN, J.** 2001. Proto-Neolithic and Neolithic Cultures in the Middle East - The birth of agriculture, Livestock raising, and ceramics: a calibrated 14C chronology 12.500-5500 cal BC. *Radicalcarbon*, 43, p. 1191-1202.
- AURENCHE, O et MARECHAL, M.** 1985. Note sur la fabrication actuelle de plâtre à Qdeir (Syrie). *Cahier de l'Euphrate* 4, p. 221-226.
- AVERBOUTH, A. et PROVENZO, N.** 1998-99. Propositions pour une terminologie des matières osseuses : les techniques. *Préhistoire Anthropologie Méditerranéenne* 7, p. 5-25.
- BACKER, T.** 1992. Glue. In ALLELY, S., BAKER, T., COMSTOCK, P., HAMM, J., HARDCASTLE, R., MASSEY, J. et STRUNK, J. (Eds.) *The traditional Bowyer's Bible*, 1. New-York : Lyons & Burford, p.195-206.
- BALFET, H.** 1991. Des chaînes opératoires, pour quoi faire ? In BALFET, H. (Ed.) *Observer l'action technique ; des chaînes opératoires, pour quoi faire ?* Paris : Editions du CNRS, p.11-19.
- BANKS, K.** 1980. The grinding implements of Wadi Kubbaniya. In WENDORF, F., SCHILD, R. et CLOSE, A. (Eds.) *Loaves and Fishes : the Prehistory of Wadi Kubbaniya*. Dallas : Southern Methodist University Press, Department of Anthropology, p.239-244.
- BARBER, E.J.W.** 1991. *Prehistoric Textiles*. Princeton : Princeton University Press.
- BAR-EL, T. et TCHERNOV, E.** 2000. Lagomorph Remains at Prehistoric Sites in Israel and Southern Sinai. *Paléorient* 26 (1), p. 93-109.
- BAR-MATTHEWS, M. et AYALON, A.** 1997. Late Quaternary Paleoclimate in the Eastern Mediterranean Region from Stable Isotope Analysis of Speleothems at Soreq Cave, Israel. *Quaternary Research* 47, p. 155-168.
- BAR-MATTHEWS, M. AYALON, A. ET KAUFMAN, A.** 1998. Middle to Holocene (6.500 Yr. Period) Paleoclimate in Eastern Mediterranean Region from Stable Isotopic Composition of Speleothems from Soreq Cave, Israel. In Issar, A. & Brown, N (Eds.) *Water, Environment and Society in Times of Climate Change*. Kluwer/Academic Press, Amsterdam, p.203-214.
- BAR-MATTHEWS, M., AYALON, A., KAUFMAN, A. et WASSERBURG, G.** 1999. The Eastern Mediterranean paleoclimate as a reflection of regional events: Soreq Cave, Israel. *Earth and Planetary Science Letters* 166, p.85-95.
- BAR-MATTHEWS, M., AYALON, A. et KAUFMAN, A.** 2000. Timing and hydrological conditions of Sapropel events in the Eastern Mediterranean, as evident from speleothems, Soreq cave, Israel. *Chemical Geology* 169, p.145-156.
- BAR-OZ, G., DAYAN, T. et KAUFMAN, D.** 1999. The Epipalaeolithic Faunal Sequence in Israel: A View From Neve David. *Journal of Archaeological Science* 26, p. 67-82.
- BARTLETT, K.** 1933. *Pueblo Milling Stones of the Flagstaff Region and Their Relation to Others in the Southwest : A Study in Progressive Efficiency*. Flagstaff : Museum of Northern Arizona (Bulletin n°3).
- BARUCH, U. et BOTTEMA, S.** 1991. Palynological Evidence for Climatic Changes in the Levant ca. 17 000-9 000 BP. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.11-20.
- BAR-YOSEF, D.**
1989. Late Paleolithic and Neolithic Marine Shells in the Southern Levant as Cultural Markers. In HAYES, C.F. (Ed.) *Proceedings of the 1986 Shell Bead Conference*. Rochester, New-York : Rochester Museum & Science Center, p.169-174.
1991. Changes in the selection of marine shells from the Natufian to the Neolithic. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.629-636.
- BAR-YOSEF, O.**
1980. Prehistory of the Levant. *Annual Review of Anthropology* 9, p. 101-133.
1981. The Epi-Palaeolithic complexes in Southern Levant. In CAUVIN, M.C. et SANLAVILLE (Eds.) *Préhistoire du Levant, Chronologie et organisation de l'espace depuis les origines jusqu'au VIème Millénaire*. Paris : Editions du CNRS, p.389-408.

1987. Late Pleistocene adaptations in the Levant. In SOFFER, O. (Ed.) *The Pleistocene Old World : regional perspectives*. Plenum Press, p.219-236.
1989. The Last Glacial Maximum in the Mediterranean Levant. In SOFFER, O. et GAMBLE, C. (Eds.) *The World at 18000 BP*. London : Allen & Unwin, p.58-77.
1991. The Archaeology of the Natufian Layer at Hayonim Cave. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.81-92.
1996. The Impact of the Late Pleistocene - Early Holocene Climatic Changes on Humans in Southwest Asia. In STRAUS, L.G., ERIKSEN, B.V., ERLANDSON, J.M. et YESNER, D.R. (Eds.) *Humans at the End of the Ice Age: The Archaeology of the Pleistocene - Holocene Transition*. New-York : Plenum Press, p.61-77.
- 1998a. The Natufian Culture in the Levant, Threshold to the Origins of Agriculture. *Evolutionary Anthropology* 6 (5), p. 159-177.
- 1998b. On the Nature of Transitions: the Middle to Upper Palaeolithic and the Neolithic Revolution. *Cambridge Archaeological Journal* 8 (2), p. 141-163.
- BAR-YOSEF, O. & BELFER-COHEN, A.**
1989. The Origins of Sedentism and Farming Communities in the Levant. *Journal of World Prehistory* 3 (4), p. 447-498.
1991. From Sedentary Hunter-Gatherers to Territorial Farmers in the Levant. In GREGG, S.A. (Ed.) *Between Bands and States*. Southern Illinois University, p.181-202.
1992. From foraging to farming in the Mediterranean Levant. In GEBAUER, A.B. et PRICE, T.D. (Eds.) *Transition to agriculture in Prehistory*. Madison, Wisconsin : Prehistory Press, p.21-28.
- en préparation. The Nature and Role of Natufian Grave Goods: New Insights. In VANHAEREN, M. & D'ERRICO, F. (Eds.) *The Language of the Death. New insights into Upper Palaeolithic and Mesolithic Burials and Grave Goods*. Leuven : Leuven University Press.
- BAR-YOSEF, O. & GOREN, N.** 1973. Natufian Remains in Hayonim Cave. *Paléorient* 1, p. 49-68.
- BAR-YOSEF, O. & KISLEV, M.** 1989. Early Farming communities in the Jordan Valley. In HARRIS, D.R. et HILLMAN, G.C. (Eds.) *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation*. London : Unwin Hyman, p.632-642.
- BAR-YOSEF, O. & MEADOW, R.H.** 1995. The Origins of Agriculture in the Near East. In PRICE, T.D. et GEBAUER, A.B. (Eds.) *Last Hunters, First Farmers: New Perspectives on the Prehistoric Transition to Agriculture*. Santa Fe : School of American Research Press, p.39-94.
- BAR-YOSEF, O. & VALLA, F.**
1979. L'évolution du Natoufien, nouvelles suggestions. *Paléorient* 5, p. 145-151.
1990. The Natufian Culture and the Origin of the Neolithic in the Levant. *Current Anthropology* 31 (4), p. 433-436.
1991. *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1).
- BAYER, E., BUTTLER, K.P., FINKENZELLER, X. et GRAU, J.** 1990. *Guide de la flore méditerranéenne*. Lausanne (Suisse) : Delachaux et Niestlé.
- BEATON, J.M.** 1982. Fire and Water: Aspects of Australian Aboriginal Management of Cycads. *Archaeology in Oceania* 17 (1), p. 51-59.
- BELFER-COHEN, A.**
- 1988a. The Appearance of Symbolic Expression in the Upper Pleistocene of the Levant as Compared to Western Europe. In OTTE, M. (Ed.) *L'homme de Néandertal, La pensée*, Vol 5. Liège : Eraul, p.25-29.
- 1988b. The Natufian Graveyard in Hayonim Cave. In PERROT, J. et VANDERMEERSCH, B. (Eds.) *Préhistoire du Levant, processus des changements culturels*. Paris : Editions du CNRS, p.297-308.
- 1988c. *The natufian settlement of Hayonim Cave. A hunter-gatherer band on the threshold of agriculture*. Université Hébraïque de Jérusalem, thèse.

1989. The Natufian Issue: A Suggestion. In BAR-YOSEF, O. et VANDERMEERSCH, B. (Eds.) *Investigations in South Levantine Prehistory*. Oxford : BAR International Series 497, p.297-307.
- 1991a. Art items from layer B, Hayonim Cave: A case study of art in a Natoufian context. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.569-588.
- 1991b. The Natufian in the Levant. *Annual Review of Anthropology* 20, p. 167-186.
1994. The Lithic Continuity in the Jordan Valley: Natufian Unto the PPNA. In GEBEL, H.G. et KOZLOWSKI, S.K. (Eds.) *Neolithic Chipped Stone Industries of the Fertile Crescent, 1*. Berlin : ex oriente, p.91-100.
1995. Rethinking Social Stratification in the Natufian Culture: The Evidence from Burials. In CAMPBELLS et GREEN, A. (Eds.) *The Archaeology of Death in the Near East*. Edinburgh : Oxbow, p.9-16.
- BELFER-COHEN, A & BAR-YOSEF, O.** 2000. Early Sedentism in the Near East. A Bumpy Ride to Village Life. In Kuijt, I (Ed.) *Life in Neolithic Farming Communities*. Kluwer Academic - Plenum, New-York, p.19-37.
- BELFER-COHEN, A. & GROSSMAN, L.** 1997. The Lithic Assemblage of Salibiya I. *Journal of The Isreal Prehistoric Society* 27, p. 19-41.
- BELFER-COHEN, A., SCHEPARTZ, L.A. et ARENSBURG, B.** 1991. New Biological Data For the Natufian Populations in Israel. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.411-424.
- BENDER, B.** 1978. Gatherer-hunter to farmer: a social perspective. *World Archaeology* 10, p. 204-237.
- BEYRIES, S.** 1995. Préparation et stockage des saumons sur la Fraser (Colombie Britannique). *Anthropozoologica* 21, p. 123-130.
- BEYRIES, S., DELAMARE, F. & QUANTIN, J.-C.** 1988. Tracéologie et rugosimétrie tridimensionnelle. In BEYRIES, S. (Ed.) *Industries lithiques : Tracéologie et Technologie*, 2. Oxford : Bar International Series, 411, p.115-132.
- BIETTI, A., LEMORINI, C., MORGANTI, S., ROSSETTI, P. et ZANELLO, L.** 1998. Image processing and microwear analysis. In FACCHINI, F., PALMA DI CESNOLA, A., PIPERNO, M. et PERETTO, C. (Eds.) *Actes du XIIème Congrès de l'UISPP, Forli 8-14 septembre 1996. Section 1 : Problèmes théoriques et méthodologiques; sous-session : méthodes mathématiques et statistiques en archéologie préhistorique*, 1. Forli : A.B.A.C.O, p.41-43.
- BINFORD, L.R.**
1968. Post-Pleistocene adaptations. In BINFORD, S.R. et BINFORD, L.R. (Eds.) *New Perspectives in Archaeology*. Chicago : Aldine Press, p.313-341.
1978. *Nunamiut Ethnoarchaeology*. London : Academic Press.
1980. Willow smoke and dog's tail: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity* 45 (1), p. 4-20.
1981. *Bones ancien Men and Modern Myths*. London : Academic Press.
- BLANCHET, G., SANLAVILLE, P. et TRABOULSI, M.** 1997. Le Moyen-Orient de 20 000 ans BP à 6 000 ans BP. Essai de reconstitution paléoclimatique. *Paléorient* 23 (2), p. 187-196.
- BLOUET, J.** 1978. Usure. *Techniques de l'Ingénieur* B585, p. 5-38.
- BLUMLER, MA.** 1996. Ecology, evolutionary theory and agricultural origins. In Harris, D. *The Origins and Spread of Agriculture in Eurasia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C, p.25-50.
- BOCHERENS, H., PERSON, A. et REGERT, M.** 2000. Introduction générale : Biochimie et archéologie. *Nouvelles de l'Archéologie* 80, p. 5-11.
- BOCQUENTIN, F. & ROUAIS, F.** sous presse. Utilisation des dents comme outils dans la population natoufienne de Mallaha (Israël). In *actes du XXIème colloque de l'UISPP*, Liège.

- BOCQUENTIN, F., SELLIER, P. et MURAIL, P.** 2001. La population natoufienne de Mallaha (Eynan, Israël) : dénombrement, âge au décès et recrutement funéraire. *Paléorient* 27 (1), p. 89-106.
- BOIS, D.**
1927. *Les plantes alimentaires chez tous les peuples à travers les âges; Vol I : les légumes.* Paris : P. Lechevalier.
1928. *Les plantes alimentaires chez tous les peuples à travers les âges, Vol II : Phanérogames fruitières.* Paris : P. Lechevalier.
1934. *Les plantes alimentaires chez tous les peuples à travers les âges, Vol III : Plantes à épices, à aromates, à condiments.* Paris : P. Lechevalier.
1937. *Les plantes alimentaires chez tous les peuples à travers les âges, Vol IV : Les plantes à boisson.* Paris : P. Lechevalier.
- BOSHIER, A.K.** 1965. Effects of pounding by Africans of northwest Transvaal on hard and soft stones. *South African Archaeological Bulletin* 20, p. 131-136.
- BOTTEMA, S.** 1995. The Younger Dryas in the Eastern Mediterranean. *Quaternary Science Reviews* 14, p. 883-891.
- BOYD, B.** 1999. "Twisting the kaleidoscope" Dorothy Garrod and the "Natufian Culture". In DAVIES, W. et CHARLES, R. (Eds.) *Dorothy Garrod and the Progress of the Palaeolithic.* Exeter : Oxford Book, p.209-223.
- BRAIDWOOD, R.** 1960. The Agricultural Revolution. *Scientific American* 203, p. 130-148.
- BRAIDWOOD, R. & HOWE, B.** 1960. *Prehistoric investigation in Iraqi Kurdistan.* Chicago : University of Chicago Press (Studies in Ancient Oriental Civilization, Vol. 31).
- BRIL, B.**
1984. Description des gestes techniques : quelles méthodes ? *Techniques et culture* 3, p. 81-96.
1993. Les gestes de percussion : analyse d'un mouvement technique. In CHEVALLIER, D. (Ed.) *Savoir faire et pouvoir transmettre.* Paris : Editions de la Maison des sciences de l'homme (Cahier n°6), p.61-80
- BROCHIER, J.L.** 1994. Taphonomie de sites : fossilisation et conservation de l'espace habité. In Actes des premières rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, juin 1994, Valence, p.19-28.
- BUISSON, D., MENU, M., PINCON, G. et WALTER, P.** 1989. Les objets colorés du Paléolithique supérieur. Le cas de la grotte de la Vache (Ariège). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 86, p. 183-196.
- BUXO I CAPDEVILA, R.** 1992. Quelques aspects des restes paléobotaniques prélevés sur la terrasse d'Hayonim. In ANDERSON, P.C.(dir) *Préhistoire de l'Agriculture : Nouvelles Approches Expérimentales et Ethnographiques.* Paris : Editions du CNRS, Monographie du CRA n°6, p.225-229.
- BYRD, B.**
- 1989a. *The Natufian Encampment at Beidha. Excavations at Beidha 1.* Højbjerg : Aarhus University Press (Jutland Archaeological Society Publications XXXIII : 1).
- 1989b. The Natufian : settlement variability and economic adaptation in the Levant at the end of the Pleistocene. *Journal of World Prehistory* 3 (2), p. 159-197.
1991. Beidha : An Early Natufian Encampment in Southern Jordan. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant.* Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.245-264.
1994. Late Quaternary Hunter-Gatherer Complexes in the Levant Between 20.000 and 10.000 BP. In BAR-YOSEF, O. et KRA, R.S. (Eds.) *Late Quaternary Chronology and Paleoclimates of the Eastern Mediterranean.* Tucson : Radicarbon, Department of Geosciences, University of Arizona, p.205-226.
1998. Spanning the Gap from the Upper Paleolithic to the Natufian: The Early and Middle Epipaleolithic. In HENRY, D.O. (Ed.) *The Prehistoric Archaeology of Jordan.* Oxford : BAR International Series 705, p.64-82.

- BYRD, B.F. et COLLEDGE, S.M.** 1991. Early Natufian occupation along the edge of the Southern Jordanian Steppe. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.265-276.
- BYRD, B.F. & MONAHAN, C.M.** 1995. Death, Mortuary Ritual, and Natufian Social Structure. *Journal of Anthropological Archaeology* 14, p. 251-287.
- CAMPANA, D.V.**  
1989. *Natufian and Protoneolithic Bone Tools*. Oxford : BAR international series 494.  
1991. Bone Implements from Hayonim Cave: Some Relevant Issues. In BAR-YOSEF, O. & VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.459-465.
- CAMPANA, D.V. et CRABTREE, P.J.** 1990. Communal Hunting in the Natufian of the Southern Levant: The Social and Economic Implications. *Journal of Mediterranean Archaeology* 3, p. 223-243.
- CANE, S.** 1989. Australian aboriginal seed grinding and its archaeological record : a case study from the Western Desert. In HARRIS, D.R. et HILLMAN, G.C. (Eds.) *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation*. London : Unwin Hyman, p.99-119.
- CARDON, D.** 1991. Textiles préhistoriques : synthèse et approches nouvelles. *Techniques et culture*, 17-18, p. 273-297.
- CARTER, G.F.** 1977. The Metate: An Early Grain-Grinding Implement in the New World. In REDD, C (Ed.) *Origins of Agriculture*. The Hague : Mouton, p.693-712.
- CAUVIN, J.**  
1992. Problèmes et méthodes pour les débuts de l'agriculture : point de vue de l'archéologue. In ANDERSON, P.C. (dir) *Préhistoire de l'Agriculture : Nouvelles Approches Expérimentales et Ethnographiques*. Paris : Editions du CNRS, Monographie du CRA n°6, p.265-268.  
1994. *Naissance des divinités et Naissance de l'agriculture*. Paris : CNRS Editions, 304 p.  
2000a. *The Birth of the Gods and the Origins of Agriculture*. Cambridge : Cambridge University Press.  
2000b. Symboles et Sociétés au Néolithique. *Nouvelles de l'Archéologie* 79, p. 49-53.
- CAUVIN, J. & CAUVIN, M.C.** 1983. Origines de l'Agriculture au Levant. Facteurs biologiques et socio-culturels. In SMITH, P. & MORTENSEN, P. (Eds.) *The Hilly Flanks and Beyond*. Chicago : University of Chicago Press, p.91-112.
- CAUVIN, J., CAUVIN, M.C., HELMER, D. et WILLCOX, G.** 1997. L'homme et son environnement au Levant Nord entre 30 000 et 7 500 BP. *Paléorient* 23 (2), p. 51-69.
- CAUVIN, J., HODDER, I., ROLLEFSON, G.O., BAR-YOSEF, O. et WATKINS, T.** 2001. Review Feature. The Birth of the Gods and the Origins of Agriculture. *Cambridge Archaeological Journal* 11 (1), p. 105-121.
- CAUVIN, M.C.**  
1981. L'épipaléolithique du Levant, Synthèse. In CAUVIN, M.C. et SALANVILLE (Eds.) *Préhistoire du Levant, Chronologie et Organisation de l'espace depuis les origines jusqu'au VIème Millénaire*. Lyon : Maison de l'Orient, Editions du CNRS (colloques internationaux du CNRS n°598), p.440-441.  
1987. Chronologies relatives et chronologie absolue dans l'Epipaléolithique du Levant Nord. In AURENCHE, O., EVIN, J. et HOURS, F. (Eds.) *Chronologies in the Near-East*. Lyon, France : Maison de l'Orient Méditerranéen, p.247-266.  
1991. Du Natoufien au Levant Nord ? Jayroud et Mureybet (Syrie). In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.295-314.
- CHAMPAULT, D.** 1991. La pierre qui dure. De quelques usages contemporains d'objets préhistoriques. *Techniques et culture* 17/18, p. 300-319.
- CHILDE, V.G.**  
1936. *Man Makes Himself*. London : Watts (1ère ed.).  
1952. *New Light on the Most Ancient East*. New-York : Preager.

**CHRISTENSEN, M.**

1998. Processus de formation et caractérisation physico-chimique des polis d'utilisation des outils en silex. Application à la technologie préhistorique de l'ivoire. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 95 (2), p. 183-201.

1999. *Technologie de l'ivoire au Paléolithique supérieur*. Oxford : BAR International Series 751.

**CHRISTENSEN, M. et VALLA, F.** 1999. Pour relancer le débat : que sont les pierres à rainure du Natoufien Proche-Orient ? *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 96 (2), p. 247-252.

**CLOSE, A.E.** 1990. Report on Site E-81: An Early Kubbanian Site on the Edge of the Kubbanian Dune Field. In CLOSE, A.E. (Ed.) *The Prehistory of Wadi Kubbania*, Volume 3. Dallas : Southern Methodist University Press, p.490-528.

**CLOTTE, J., MENU, M. et WALTER, P.** 1990. La préparation des peintures magdaléniennes des cavernes ariégeoises. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 87, p. 170-191.

**COHEN, M.N.** 1977. *The Food Crisis in Prehistory : Overpopulation and the Origins of Agriculture*. New Haven : Yale University Press.

**COLLEDGE, S.M.** 1991. Investigations of Plants Remains Preserved in Epipaleolithic Sites in the Near East. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.391-398.

**CONNAN, J.** 1996. La colle au collagène, innovation du Néolithique. La leçon inattendue d'une analyse de géochimie organique. *La Recherche* 284, p. 33-34.

**COOK, H.S.** 1973. Stone Tools for Steel-Age Mexicans? Aspects of Production in Zapotec Stoneworking Industry. *American Anthropologist* 75, p. 1485-1503.

**COOK, J. et DUMONT, J.** 1987. The development and application of microwear analysis since 1964. In SIEVEKING, G.de G. et NEWCOMER, M.H. (Eds.) *The human uses of flint and chert*. Proceeding of the fourth international flint symposium held at Brighton Polytechnic, 10-15 april 1983. Cambridge : Cambridge University Press, p.53-61.

**COPE, C.** 1991. Gazelle hunting strategies in the southern Levant. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.341-358.

**COUDART, A.** 1992. Sur l'analogie ethnographique et l'ethnoarchéologie et sur l'histoire des rapports entre archéologie et ethnologie. In GARANGER, J (dir.) *La Préhistoire dans le Monde*. Paris : Presses Universitaires de France, p. 248-262.

**COUPLAN, F. et STYNER, E.** 1994. *Guide des plantes sauvages comestibles et toxiques*. Lausanne : Delachaux et Niestlé (Les guides du naturaliste).

**COURAUD, C.**

1983. Pour une étude méthodologique des colorants préhistoriques. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 80 (4), p. 104-110.

1988. Pigments utilisés en préhistoire. Provenance, préparation, mode d'utilisation. *L'Anthropologie* 92 (1), p. 17-28.

**CRESSWELL, R.** 1983. Transferts de techniques et chaînes opératoires. *Techniques et culture* 2, p. 143-165.

**CURWEN, E.C.**

1937. Querns. *Antiquity* 11, p. 131-151.

1941. More on querns. *Antiquity* 15, p. 15-32.

**DARMON, F.** 1996. Evolution de l'environnement végétal et du climat de l'Épipaléolithique au début du Néolithique Ancien dans la basse vallée du Jourdain. *L'Anthropologie* 100 (1), p. 179-212.

**DAVID, F., D'IATCHENKO, V.I., KARLIN, C. et TCHESNOKOV, Y.V.** 1998. Du traitement des peaux en Sibérie : Dolganes et autres nomades du Nord. *Boréales* 74/77.

**DAVIDSON, D.S. & MCCARTHY, F.D.** 1957. The Distribution and Chronology of some important Types of Stone Implements in Western Australia. *Anthropos* (Fribourg) 52, p. 390-458.



**DAYAN, T. & SIMBERLOFF, D.** 1995. Natufian Gazelles: Proto-Domestication Reconsidered. *Journal of Archaeological Science* 22, p. 671-675.

**DE BEAUNE, S.**

1989. Essai d'une classification typologique des galets et plaquettes utilisés au Paléolithique. *Gallia Préhistoire* 31, p. 27-64.

1993a. Approches expérimentales de techniques paléolithiques de façonnage des roches peu aptes à la taille. *Paléo* 5, p. 155-174.

1993b. Nonflint stone tools of the Early Upper Palaeolithic. In KNETCH, H ; PIKE – TAY, A. ; WHITE, R. *Before Lascaux*. Florida : Boca Raton, p. 163-191.

1997. *Les galets utilisés au Paléolithique Supérieur. Approche archéologique et expérimentale*. Paris : CNRS Editions (XXXIIème supplément à "Gallia Préhistoire").

**DELAGE, C.**

2001a. Quelques réflexions concernant la recherche sur le Natoufien après la réunion annuelle (2000) de la Sociétés des archéologues américains. *Bulletin du Centre de recherche français de Jérusalem* 9, p. 51-68.

2001b. *Les ressources lithiques dans le Nord d'Israël : la question des territoires d'approvisionnement natoufiens confrontée à l'hypothèse de leur sédentarité*. Université de Paris Panthéon-Sorbonne, 3 vol., 488p. Thèse.

**DERRUAU, M.** 1988. *Précis de Géomorphologie* (septième édition). Paris : Masson.

**DESROSIERS, S.** 1991. Sur le concept de chaîne opératoire. In BALFET, H. (Ed.) *Observer l'action technique ; des chaînes opératoires, pour quoi faire ?* Paris : Editions du CNRS, p.21-25.

**DIAMOND, G.** 1979. The Nature of So-Called Polished Surfaces on Stone Artifacts. In HAYDEN, B. (Ed.) *Lithic Use-Wear Analysis*. New-York : Academic Press, p.159-166.

**DIEHL, M.W.** 1996. The intensity of Maize Processing and Production in Upland Mogollon Pithouse Villages A.D. 200 - 1000. *American Antiquity* 61, p. 102-115.

**DIGARD, J.-P.**

1981. *Techniques des Nomades Baxtyari d'Iran*. Paris : Cambridge University Press, (Editions de la Maison des sciences de l'homme Paris), 273 p.

1999. Premières domestications proche-orientales : le regard d'un ethnologue. *Paléorient* 25 (2), p. 81-85.

**DODD, W.A.** 1979. The Wear and Use of Battered Tools at Armijo Rockshelter. In HAYDEN, B. (Ed.) *Lithic Use-Wear Analysis*. New-York : Academic Press, p.231-242.

**DOEBLEY, J-F.** 1984. Seed of wild grasses: a major food of Southwestern Indians. *Economy Botany* 38, p. 52-64.

**DOLLFUS, G.** 1985. Le travail de la pierre à Mallaha. *Dossiers Histoire et Archéologie* 100, p. 69.

**DRIVER, H.E.** 1953. The acorn in North American Indian diet. *Proceedings of the Indian Academy of Science* 62, p. 56-62.

**DUBREUIL, L**

2001. Etudes fonctionnelles du matériel de broyage en préhistoire : recherches méthodologiques. Comment faire parler les pierres. *Bulletin du Centre de Recherche Français de Jérusalem*, 9, p. 2-8.

En préparation. L'apport d'un référentiel expérimental à l'étude fonctionnelle des outils de broyage. In *actes du XXIème colloque de l'UISPP*, Liège.

**EDWARDS, P.C.**

1988. Natufian Settlement in Wadi Al-Hammeh. In PERROT, J. et VANDERMEERSCH, B. (Eds.) *Préhistoire du Levant, processus des changements culturels*. Paris : Editions du CNRS, 1988. p.309-315.

1989a. Problems of Recognizing Earliest Sedentism: the Natufian Example. *Journal of Mediterranean Archaeology* 2 (1), p. 5-48.

1989b. Revisiting the broad spectrum revolution, and its role in the southwest Asian food production. *Antiquity* 63, p. 225-246.

- 1991a. More Than One, Less Than Five Hundred: Comments on Campana and Crabtree Communal Hunting. *Journal of Mediterranean Archaeology* 4, p. 109-120.
- 1991b. Wadi Hammeh 27: An Early Natufian Site at Pella, Jordan. In BAR YOSEF, O. et VALLA, F. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.123-148.
- ELLIOT, M., LABEYRIE, L., BOND, G., CORTIJO, E., TURON, J.L., TISNERAT, N. & DUPLESSY, J.C.** 1998. Millenia-scale iceberg discharges in the Irminger Basin during the last glacial period: Relationship with the Heinrich events and environmental settings. *Paleoceanography* 13 (5), p. 433-446.
- FIEDEL, S.J.** 1996. Blood from Stones ? Some Methodological and Interpretive Problems in Blood Residue Analysis. *Journal of Archaeological Science* 23, p. 139-147.
- FIRMIN, G.** 1989. La teinture végétale, les plantes tinctoriales sauvages et cultivées en Europe Occidentale et en France. In Centre de Recherches Archéologiques d'Antibes et Musée Archéologique d'Antibes (Eds.) *Tissage, Cordage, Vannerie*. IXèmes Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire, Antibes, Octobre 1988. Juan-les-Pins : APDCA, p.149-158.
- FITZHUGH, B.** 2001. Risk and Invention in Human Technological Evolution. *Journal of Anthropological Archaeology* 20, p. 125-167.
- FLANNERY, K.**
1969. Origins and ecological effects of early domestication in Iran and Near East. In UCKO, P. et DIMBLEBY, G.W. (Eds.) *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals*. Chicago : Aldine Publishing Company, p.23-53.
1973. The Origins of Agriculture. *Annual Review of Anthropology* 2, p. 271-310.
- FLENNIKEN, J.J. & OZBUN, T.L.** 1988. Experimental Analysis of Plains Grooved Abraders. *Plains Anthropologist* 33, p. 37-52.
- FORMENTI, F. & PROCOPIOU, H.** 1998. Analyse chromatographique d'acides gras sur l'outillage de mouture. Contribution à son interprétation fonctionnelle. *Cahiers de l'Euphrate* 8, p. 151-177.
- FRATT, L. & BIANCANIELLO, M.** 1993. Homol'ovi Ground Stone in the Raw: A Study of the Local Sandstone Used to Make Ground Stone Artifacts. *Kiva* 58, p. 373-392.
- FRUMKIN, A., FORD, D.C. et SCHWARCZ, H.P.** 1999. Continental Oxygen Isotopic Record of the Last 170,000 Years in Jerusalem. *Quaternary Research* 51, p. 317-327.
- FULLAGAR, R. & FIELD, J.** 1997. Pleistocene seed-grinding implements from the Australian arid zone. *Antiquity* 71, p. 300-307.
- GARRAD, A., COLLEDGE, S. et MARTIN, L.** 1996. The emergence of crop cultivation and caprine herding in the "Marginal Zone" of the southern Levant. In Harris,D. (Ed.) *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C, p.204-226.
- GARROD, D.A.E.**
1932. A New Mesolithic Industry: the Natufian of Palestine. *Journal of Royal Anthropological Institute* 62, p. 257-269.
1957. The Natufian culture : the life and economy of the Mesolithic people in the Near East. *Proceeding of British Academy* 43, p. 211-227.
- GARROD, D.A.E. et BATE, D.M.A.** 1937. *The stone age of Mount Carmel, excavations at Wady Mughara*. Oxford : The Clarendon Press.
- GAST, M.** 1965. Les "pilons" sahariens. Etude technologique. *Lybica. Anthropologie, Préhistoire, Ethnologie* XIII, p. 311-324.
- GENESTE, J.M.**
1985. *Analyse lithique d'industries moustériennes du Périgord : une approche technologique du comportement des groupes humains au Paléolithique moyen*. Université de Bordeaux I, 1985. 567 p. Thèse.
1992. L'approvisionnement en matières premières dans les systèmes de production lithique : la dimension spatiale de la technologie. In MORA, R., TERRADAS, X., PARPAL, A. et

- PLANA, C. (Eds.) *Technologia y cadenas operativas liticas*. Reunion international, 15-18 enero de 1991, 1. Barcelona : Servei de Publicacions de la Universitat Autonoma de Barcelona, p.1-36.
- GEORGES, J.-M.** 2000. *Frottement, usure et lubrification. La tribologie ou science des surfaces*. Paris : CNRS.
- GERAGA, M., TSAILA-MONOPOLIS, St., IOAKIM, C., PAPTHEODOROU, G. et FERENTINOS, G.** 2000. Evaluation of palaeoenvironmental changes during the last 18,000 years in the Myrtoon basin, SW Aegean Sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 156, p. 1-17.
- GILEAD, I.** 1991. The Upper Paleolithic Period in the Levant. *Journal of World Prehistory* 5 (2), p. 105-154.
- GMIRA, A., LOUBAT, H. et VITAL, J.** 1993. Le matériel poli et de mouture. In VITAL, J. (dir.) *Habitats et sociétés du Bronze Final au Premier Age du fer dans le Jura*. Paris : Monographie du Centre de Recherches Archéologiques, p.172-175.
- GOPHER, A. & ORELLE, E.** 1995. *The Groundstone Assemblages of Munhata. A Neolithic Site in the Jordan Valley, Israël*. Association Paléorient, Paris.
- GOREN, Y. & GOLDBERG, P.** 1991. Petrographic Thin Sections and the Development of Neolithic Plaster Production in Northern Israel. *Journal of Field Archaeology* 18, p. 131-138.
- GOREN, Y., GORING-MORRIS, N.A. et SEGAL, I.** 2001. The Technology of Skull Modelling in the Pre-Pottery Neolithic B (PPNB): Regional Variability, the Relation of Technology and Iconography and their Archaeological Implications. *Journal of Archaeological Science* 28, p. 671-690.
- GORING-MORRIS, A.N.**
1987. At the Edge: Terminal Pleistocene Hunter-Gatherers in the Negev and Sinai. Oxford : BAR International Series, 361.
1990. Trends in the spatial organization of Terminal Pleistocene hunter-gatherer occupations as viewed from the Negev and the Sinai. *Paléorient* 14 (2), p. 231-244.
1991. The Harifien of the Southern Levant. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.173-216.
- 1995a. Complex Hunter/Gatherers at the End of the Paleolithic (20.000 - 10.000 BP). In LEVY, T.R. (Ed.) *The Archaeology of Society in the Holy Land*. London : Leicester University Press, p.142-565.
- 1995b. The early natufian occupation at el-Wad, Mt Carmel reconsidered. In OTTE, M. (Ed.) *Nature and Culture*. Liège : ERAUL. 68, p.415-425.
- GORING-MORRIS, N. & BELFER-COHEN, A.** 1997. The Articulation of Cultural Processes and Late Quaternary Environmental Changes in Cisjordan. *Paléorient* 23 (2), p. 71-93.
- GOULD, R.A., KOSTER, D.A. et SONTZ, A.H.** 1971. The Lithic Assemblage of the Western Desert Aborigines of Australia. *American Antiquity* 36 (2), p. 149-169.
- GOURDIN, W.H. et KINGERY, W.D.** 1975. The Beginning of Pyrotechnology: Neolithic and Egyptian Lime Plaster. *Journal of Field Archaeology* 2 (1/2), p. 133-150.
- GRACE, R.** 1993. New methods in use-wear analysis. In ANDERSON, P.C., BEYRIES, S., OTTE, M. et PLISSON, H. (Eds.) *Traces et fonction, les gestes retrouvés*. Actes du colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990, Vol. 2. Valbonne : Centre de Recherches Archéologiques du CNRS & Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, n°50, p.385-387.
- GRACE, R., GRAHAM, I.D.G. et NEWCOMER, M.H.**
1985. The Quantification of Microwear Polishes. *World Archaeology* 17, p.112-120.
1987. Preliminary investigation into the quantification of wear traces on flint tools. In SIEVEKING, G. de G. et NEWCOMER, M.H. (Eds.) *The human uses of flint and chert*. Cambridge : Cambridge University Press, p.63-69.
- GROSSMAN, L., BELFER-COHEN, A. & BAR-YOSEF, O.** 1999. A Final Natufian site - Fazael IV. *Journal of The Israel Prehistoric Society* 29, p. 17-40.

- GROUSSET, F.** 2001. Les changements abrupts du climat depuis 60.000 ans. *Quaternaire* 12 (4), p. 203-211.
- GUILAINE, J.** (Ed.) 2000. *Premiers paysans du monde*. Paris : Errance, 2000.
- HALLAM, S.J.** 1989. Plant Usage and Management in Southwest Australian Aboriginal Societies. In HARRIS, D.R. et HILLMAN, G.C. (Eds.) *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation*. London : Unwin Hyman, p.136-151.
- HAMM, J.** 1992. Sinew-Backing. In ALLELY, S., BAKER, T., COMSTOCK, P., HAMM, J., HARDCASTLE, R., MASSEY, J. et STRUNK, J. (Eds.) *The traditional Bowyer's Bible, 1*. New-York : Lyons & Burford, p.213-232.
- HAMON, C.** 2000. *De l'utilisation des outils de mouture, broyage et polissage au Néolithique en Bassin Parisien*. Université de Paris I, 56 p. DEA.
- HARDING, P.** 1987. An experiment to produce a ground flint axe. In SIEVEKING, G.de G. et NEWCOMER, M.H. (Eds.) *The human uses of flint and chert*. Proceeding of the fourth international flint symposium held at Brighton Polytechnic, 10-15 april 1983. Cambridge : Cambridge University Press, p.38-42.
- HARRIS, D.** 1984. Ethnohistorical evidence for the exploitation of wild grasses and forbs : its scope and archaeological implications. In VAN ZEIST, W. & CASPARIE, W. (Eds.) *Plants and Ancient Man*. Rotterdam : A.A Balkema, p.63-69.
- HARRIS, D.** 1996a. Introduction: themes and concepts in the study of the early agriculture. In Harris,D (Ed.) *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., p.1-9.
- HARRIS, D.** 1996b. The origins and spread of agriculture and pastoralism in Eurasia: an overview. In Harris,D. *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia*. (Smithsonian Institution Press, Washington D.C, p.552-573.
- HARRIS, D. & GOSDEN, C.** 1996. The beginnings of agriculture in western Central Asia. In Harris,D. *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C, p.370-389.
- HAYDEN, B.**
1987. *Lithic Studies Among the Contemporary Highland Maya*. Tucson : The University of Arizona Press.
- 1990a. Nimrods, Piscators, Pluckers, and Planters : The Emergence of Food Production. *Journal of Anthropological Archaeology* 9 (1), p. 31-69.
- 1990b. The righ rub : hide working in high ranking households. In H.KNUTSSON, K.KNUTSSON et J.TAFFINDER (Eds.) *The interpretative possibilities of microwear studies*, Proceedings of the international conference of use-wear analysis, 15th-17th February 1989 in Uppsala, Sweden. Uppsala : Societas Archaeologica Upsaliensis, p.89-101.
1992. *A Complex Culture of the British Columbia Plateau. Traditional St'át'imx Resource Use*. Vancouver : UBC Press.
- HEIZER, R.F. (Ed.)** 1978. *Handbook of North American Indians, Vol 8 California*. Washington : Smithsonian Institution.
- HENRY, D.O.**
1973. *The Natufian of Palestine : Its Material Culture and Ecology*. Department of Anthropology, Southern Methodist University, Dallas, Ph.D.
1976. Rosh Zin : A Natufian settlement near Ein Advat. In MARKS, A.E. (Ed.) *Prehistory and Palaeoenvironment in the Central Negev, Israel, part I: The Advat / Aqev area*. Dallas : Institute for the study of Hearth and Man, p.317-347.
1981. An analysis of settlement patterns and adaptative strategies of the Natufian. In : CAUVIN, J et SANLAVILLE (Eds.) *Préhistoire du Levant. Chronologie et Organisation de l'espace depuis les origines jusqu'au VIème Millénaire*. Lyon : Maison de l'Orient et Editions du CNRS (colloques internationaux du CNRS n°598), p. 421-431.
1982. The Prehistory of Southern Jordan and Relationships with the Levant. *Journal of Field Archaeology* 9 (4), p. 417-444.
1989. *From Foraging to Agriculture*. Philadelphia : University of Pennsylvania Press.
1997. Prehistoric Human Ecology in the Southern Levant East of the Rift from 20,000-6,000 BP. *Paléorient* 23 (2), p. 107-119.

- HENRY, D.O. & LEROI-GOURHAN, A.** 1976. The Excavation of Hayonim Terrace : An Interim Report. *Journal of Field Archaeology* 3 (4), p. 391-406.
- HENRY, D.O., LEROI-GOURHAN, A. et DAVIS, S.** 1981. The Excavation of Hayonim Terrace: an Examination of Terminal Pleistocene Climatic and Adaptive Changes. *Journal of Archaeological Science* 8, p. 33-58.
- HIGGS, E.S. & VITA-FINZI, C.** 1972. Prehistoric economies: a territorial approach. In HIGGS, E.S. (Ed.) *Papers in Economic Prehistory*. Cambridge : Cambridge University Press, p.27-36.
- HILLMAN, G.C.**
1984. Interpretation of archaeological plant remains: the application of ethnographic models from Turkey. In VAN ZEIST, W & CASPARIE, WA : *Plant and Ancient Man*. Rotterdam : A.A. Balkeman, p. 1-42.
1985. Traditional husbandry and processing archaic cereals in recent times, Part 1 : the glume wheats. *Bulletin of Sumerian Agriculture* 1, p. 114-152.
1996. Late Pleistocene changes in wild plant-foods available to hunter-gatherers of the Northern Fertile Crescent: possible preludes to cereal cultivation. In HARRIS, D. (Ed.) *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia*. London : UCL Press, p.159-203.
- HILLMAN, G.C., COLLEDGE, S.M. & HARRIS, D.R.** 1989. Plant-food economy during the Epipaleolithic period at Tell Abu Hureyra, Syria : dietary diversity, seasonality and modes of exploitation. In HARRIS, D. et HILLMAN, G. (Eds.) *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation*. London (GB) : Unwin Hyman, p.240-268.
- HILLMAN, G.C. & DAVIS, M.**
1990. Measured Domestication Rates in Crops of Wild-Type Wheats and Barley and Their Archaeological Implications. *Journal of World Prehistory* 4, p. 157-222.
1992. Domestication rate in wild wheats and barley under primitive cultivation: preliminary results and archaeological implications of field measurements of selection coefficient. In ANDERSON, P.C. (dir) *Préhistoire de l'Agriculture : Nouvelles Approches Expérimentales et Ethnographiques*. Paris : Editions du CNRS, Monographie du CRA n°6, p.113-158.
- HILLMAN, G.C., LEGGE, A.J. & ROWLEY-CONWY, P.A.** 1997. On the Charred Seeds from Epipalaeolithic Abu Hureyra: Food or Fuel ? *Current Anthropology* 38 (4), p. 651-659.
- HOLE, F., FLANNERY, K.V. & NEELY, J. (Eds.)** 1969. *Prehistory and Human Ecology of the Deh Luran Plain : an Early Village Sequence from Khuzistan, Iran*. Michigan : Ann Arbor, (Memoirs of the Museum of Anthropology University of Michigan, Number 1).
- HOPF, M. & BAR-YOSEF, O.** 1987. Plants remains from Hayonim Cave, Wertern Galilee. *Paléorient* 13 (1), p. 117-120.
- HORNE, L.** 1983. Recycling in an Iranian village : ethnoarchaeology in Baghestan. *Archaeology* 36 (4), p. 16-21.
- HORSFALL, G.** 1987. Design Theory and Grinding Stones. In HAYDEN, B. (Ed.) *Lithic Studies Among the Contemporary Highland Maya*. Tucson : The University of Arizona Press, p.332-377.
- HORWITZ, L.K. et GORING-MORRIS, N.** 2000. Fauna from the Early Natufian Site of Upper Besor 6 in the Central Negev, Isreal. *Paléorient* 26 (1), p. 111-128.
- HORWITZ, L.K., TCHERNOV, E., DUCOS, P., BECKER, C., VON DEN DRIESCH, A., MARTIN, L. et GARRAD, A.** 1999. Animal Domestication in the Southern Levant. *Paléorient* 25 (2), p. 63-80.
- IBANEZ ESTEVEZ, J.J. & GONZALEZ URQUIJO, J.E.**
1994. Utilizacion de algunos cantos rodados en Laminak II. *Kobie* (Serie Paleantropologja), Bilbao, XXI, p. 131-155.
1996. *From Toll Use to Site Function*. Oxford : BAR International Series 658.
- JAHREN, A.H., TOTH, N., SCHICK, K., CLARK, J.D. & AMUNDSON, R.G.** 1997. Determining Stone Tool Use: Chemical and Morphological Analyses of Residues on Experimentally Manufactured Stone Tools. *Journal of Archaeological Science* 24, p. 245-250.
- JONES, GEM.** 1984. Interpretation of archaeological plant remains: Ethnographic models from Greece. In VAN ZEIST, W & CASPARIE, WA : *Plant and Ancient Man*. Rotterdam : A.A. Balkeman, p. 43-61.

- JONES, C.E.R.** 1990. Archaeochemistry : fact or fancy ? In WENDORF, F., SCHILD, R. et CLOSE, A. (Eds.) *The Prehistory of Wadi Kubbaniya, 2: Studies in Late Palaeolithic Subsistence*. Dallas : Southern Methodist University Press, p.260-266.
- JONES, R. et MEEHAN, B.** 1989. Plant foods of the Gidjingali : Ethnographic and archaeological perspectives from northern Australia on tuber and seed exploitation. In HARRIS, D.R. et HILLMAN, G.C. (Eds.) *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation*. London : Unwin Hyman, p.120-135.
- JULIEN, M.** 1992. Le technologie et la typologie, du fossile directeur à la chaîne opératoire. In GARANGER, J. (Ed.) *La Préhistoire dans le monde*. Paris : Presses Universitaires de France, p.163-193.
- JUNKMANN, J.** 1996. La flèche néolithique de Zugerberg. *Tugium* 12, p. 1-9.
- KAMMINGA, J.**
1979. The Nature of Use-Polish and Abrasive Smoothing on Stone Tools. In HAYDEN, B. (Ed.) *Lithic Use-Wear Analysis*. New-York : Academic Press, p.143-157.
1982. *Over the edge: functional analysis of Australian stone tools*. Occasional Papers in Anthropology, 12 & Anthropology Museum, University of Queensland.
- KARLIN, C.** 1992. Connaissances et savoir-faire : comment analyser un processus technique en préhistoire. In MORA, R., TERRADAS, X., PARPAL, A. et PLANA, C. (Eds.) *Technologia y cadenas operativas liticas*. Reunion international, 15-18 enero de 1991, 1. Barcelona : Servei de Publicacions de la Universitat Autonoma de Barcelona, p.99-123.
- KARLIN, C., BODU, P. & PELEGRIN, J.** 1991. Processus technique et chaînes opératoires. Comment les préhistoriens s'approprient un concept élaboré par les ethnologues. In BALFET, H. (Ed.) *Observer l'action technique ; des chaînes opératoires, pour quoi faire ?* Paris : Editions du CNRS, p.101-117.
- KAUFMAN, A., WASSERBURG, G.J., PORCELLI, D., BAR-MATTEWS, M., AYALON, A. & HALICZ, L.** 1998. U-Th isotope systematics from Soreq cave, Isreal and climatic correlations. *Earth and Planetary Science Letters* 156, p. 141-155.
- KAUFMAN, D.**
1986. A reconsideration of adaptative change in the Levantine Epipalaeolithic. In STRAUS, L.G. (Ed.) *The End of the Palaeolithic in the Old World*. Oxford : BAR International Series 284, p.117-128.
1992. Hunter-Gatherers of the Levantine Epipalaeolithic: The Socioecological Origins of Sedentism. *Journal of Mediterranean Archaeology* 5 (2), p. 165-201.
- KEELEY, L.H.**
1977. The function of Palaeolithic flint tools. *Scientific American* 237 (5), p. 108-126.
1988. Hunter-Gatherer Economic Complexity and "Population Pressure": A Cross Cultural Analysis. *Journal of Anthropological Archaeology* 7 (4), p. 373-411.
1992. The use of plant foods among hunter-gatherers: a cross cultural survey. In ANDERSON, P.C.(dir) *Préhistoire de l'Agriculture : Nouvelles Approches Expérimentales et Ethnographiques*. Paris : Editions du CNRS, Monographie du CRA n°6, p.29-38.
- KEELEY, L.H. & NEWCOMER, M.H.** 1977. Microwear Analysis of Experimental Flint Tool: a Test Case. *Journal of Archaeological Science* 4, p. 29-62.
- KELLY, R.L.**
1991. Sedentism, Sociopolitical Inequality and Resource Fluctuations. In GREGG, S.A. (Ed.) *Between Bands and States*. Carbondale : Southern Illinois University (Occasional Paper, n°9), p.135-158.
1992. Mobility/Sedentism: Concepts, Archaeological Measures, and Effects. *Annual Review of Anthropology* 21, p. 43-66.
- KIMBALL, L., ALLEN, P., KIMBALL, J., SCHLICHTING, B. & PHAM, K.** 1998. The analysis of microwear polishes with the atomic force microscope. In FACCHINI, F., PALMA DI CESNOLA, A., PIPERNO, M. et PERETTO, C. (Eds.) *Actes du XIIème Congrès de l'UISPP, Forli 8-14 septembre 1996. Workshop 17 : Analyse fonctionnelle des pièces lithiques : situation actuelle de la recherche, Tome II, Vol 6*. Forli : A.B.A.C.O, p.1121-1132.

- KIMBER, R.** 1983. Black lightning: Aborigines and fire in Central Australia and the Western Desert. *Archaeology in Oceania* 18 (3), p. 1-38.
- KINGERY, D., VANDIVER, P.B. & PRICKETT, M.** 1988. The Beginnings of Pyrotechnology and Use of Lime and Gypsum Plaster in the Pre-Pottery Neolithic Near East. *Journal of Field Archaeology* 15 (2), p. 219-244.
- KISLEV, M.E.**
1989. Pre-domesticated Cereals in the Pre-Pottery Neolithic A Period. In HERSHKOVITZ, I. (Ed.) *People and Culture Change*. Oxford : BAR International Series 508, p.147-152.
1992. Agriculture in the Near-East in the VIIth millenium bc. In ANDERSON, P.C.(dir) *Préhistoire de l'Agriculture : Nouvelles Approches Expérimentales et Ethnographiques*. Paris : Editions du CNRS, Monographie du CRA n°6, p.87-93.
1997. Early Agriculture and Paleoecology of Netiv Hagdud. In BAR-YOSEF, O. et GOPHER, A. (Eds.) *An Early Neolithic Village in the Jordan Valley. Part I : The Archaeology of Netiv Hagdud*. Cambridge : Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, p.209-236.
- KISLEV, M.E. & BAR-YOSEF, O.** 1988. The Legumes: The Earliest Domesticated Plants in the Near East ? *Current Anthropology* 29 (1), p. 175-179.
- KISLEV, M.E., NADEL, D. & CARMİ, I.** 1992. Epi-Palaeolithic (19,000 BP) cereal and fruit diet at Ohalo II, Sea of Galilee, Israel. *Review of Palaeobotany and Palynology* 71, p. 161-166.
- KLUCKHOHN, C., HILL, W. & KLUCKHOHN, L.** 1971. *Navaho Material Culture*. Cambridge, Massachusetts : Belknap Press of Harvard University Press.
- KOCH, C.P.** 1989. *Taphonomy: A Bibliographic Guide to the Literature*. USA : Center for the Study of the First American.
- KRAYBILL, N.** 1977. Pre-agricultural tools for the preparation of foods in the Old World. In REED, C. (Ed.) *Origins of Agriculture*. The Hague : Mouton, p.485-521.
- KROEBER, A.L.** 1925. *Handbooks of Indians of California*. Washington : Washington Government Printing Office, (Smithsonian Institution Bureau of American Ethnology, Bulletin 78).
- KUIJT, I.** 1996. Negotiating Equality through Ritual: A Consideration of Late Natufian and Prepottery Neolithic A Period Mortuary Practices. *Journal of Anthropological Archaeology* 15, p. 313-336.
- LAWTON, H., WILKE, P., DE DECKER, M. et MASON, W.** 1976. Agriculture among the Paiute of Owens Valley. *Journal of California Anthropology* 3, p. 13-50.
- LEE, R.B.**
1972. Work effort, group structure and land use in contemporary hunters-gatherers. In UCKO, P.J., TRINGHAM, R. et DIMBLEBY, G.W. (Eds.) *Man, Settlement and Urbanism*. London : London University, p.177-186.
1979. *The !Kung San: Men, Women and Work in a Foraging Society*. Cambridge : Cambridge University Press.
- LEMONIER, P.** 1983. L'étude des systèmes techniques, une urgence en technologie culturelle. *Techniques et culture* 1, p. 11-34.
- LEROI-GOURHAN, An.** 1971. *L'Homme et la matière*. Paris : Albin Michel (2nd).
- LEROI-GOURHAN, Ar. & DARMON, F.** 1991. Analyses polliniques de stations natoufiennes au Proche-Orient. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.21-26.
- LEV-YADUN, S., GOPHER, A. et ABBO, S.** 2000. The Cradle of Agriculture. *Science* 288 (5471), p.1602-1603.
- LEVI-SALA, I.**
1986. Use Wear and Post-depositional Surface Modification: A Word of Caution. *Journal of Archaeological Science* 13, p. 229-244.
1993. Use-wear traces : processes of development and post-depositional alterations. In ANDERSON, P.C., BEYRIES, S., OTTE, M. et PLISSON, H. (Eds.) *Traces et fonction, les gestes retrouvés*. Actes du colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990, Vol. 2. Valbonne : Centre de Recherches Archéologiques du CNRS & Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, n°50, p.401-416.

- LEWIS, M. et CLARK, W.** 1993. *Le Grand retour. Journal de la première traversée du continent nord-américain, 1804-1806, vol. II.* Paris : Phébus, (Le Bris, M).
- LIEBERMAN, D.E.**
1991. Seasonality And Gazelle Hunting At Hayonim Cave: New Evidence For "Sedentism" During the Natufian. *Paléorient* 17 (1), p. 47-57.
- 1993a. The Rise and Fall of Seasonality Mobility among Hunters-Gatherers. The Case of Southern Levant. *Current Anthropology* 34 (5), p. 599-631.
- 1993b. Variability in Hunter-Gatherer Seasonal Mobility in the Southern Levant: From the Mousterian to the Natufian. In PETERKIN, G.L., BRICKER, H.M. et MELLARS, P. (Eds.) *Hunting and Animal Exploitation in the Later Palaeolithic and Mesolithic of Eurasia*, Number 4. USA : AP3A, p.207-219.
1998. Natufian "Sedentism" and the Importance of Biological Data for Estimating Reduced Mobility. In ROCEK, R. et BAR-YOSEF, O. (Eds.) *Seasonality and Sedentism. Archaeological Perspectives from Old and New World Sites.* Harvard : Peabody Museum of Archaeology and Ethnology n°6, p.75-92.
- LOY, T.H.** 1983. Prehistoric Blood Residues: detection on tool surfaces and identification species of origin. *Science* 220, p. 1269-1271.
- LOY, T.H. et WOOD, A.R.** 1989. Blood residue analysis at Cayönü Tepesi, Turkey. *Journal of Field Archaeology* 16, p. 451-460.
- MAGNY, M.** 1995. *Une histoire du climat. Des derniers mammoths au siècle de l'automobile.* Paris : Editions Errance.
- MANSUR, M.E.** 1997. Functional analysis of polished stone-tools: some considerations about the nature of polishing. In BUSTILLO, M.A. et RAMOS MILLAN, A. (Eds.) *Siliceous Rocks and Culture.* Madrid : CSIC et Université de Grenade, p.465-486.
- MANSUR, M.E. & SREHNISKY, R.A.** sous presse. El Alisador basáltico de Shamakush I : microrastros de uso mediante el análisis de imágenes digitalizadas. *Relaciones*, Revista de la Sociedad de Antropología XXI.
- MANSUR-FRANCHOMME, M.E.** 1986. *Microscopie du matériel lithique : traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques. Exemples de Patagonie.* Bordeaux : Editions du CNRS (Cahiers du Quaternaire n°9).
- MANSUR-FRANCHOMME, M.E., ORQUERA, L.A. & ERNESTO, L.P.** 1987-88. El alisamiento de la piedra entre cazadores-recolectores : el caso de Tierra del Fuego. *Runa* XVII-XVIII, p. 111-205.
- MARECHAL, C.**
1982. Vaisselles Blanches du Proche-Orient : El Known (Syrie) et l'usage du plâtre au Néolithique. *Cahier de l'Euphrate* 3, p. 217-251.
1991. Eléments de parure de la fin du Natoufien : Mallaha niveau I, Jayroud 1, Jayroud 3, Jayroud 9, Abu Hureyra et Mureybet IA. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant.* Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.589-612.
- MARINVAL, P.** 1988. *L'alimentation végétale en France du mésolithique jusqu'à l'âge du fer.* Paris : CNRS, 192 p.
- MAULDIN, R.P.** 1993. The Relationship between Ground Stone and Agricultural Intensification in Western New Mexico. *Kiva* 58, p. 317-330.
- MC BRYDE, I.** 1997. "The Landscape is a Series of Stories". Grindingstones, Quarries and Exchange in Aboriginal Australia: a Lake Eyre Study. In RAMOS-MILLAN, A. et BUSTILLO, M.A. (Eds.) *Siliceous Rocks and Culture.* Granada : Editorial Universidad de Granada, p.587-607.
- MC CARTHY, F.D.** 1941. Aboriginal grindstones and mortars. *The Australian Museum Magazine* VII (10), p. 329-333.
- MCCORRISTON, J.** 1994. Acorn eating and agricultural origins: California ethnographies as analogies for the ancient Near East. *Antiquity* 68, p. 97-107.
- MEADOW, R.H.** 1996. The origins and spread of agriculture and pastoralism in northwestern South Asia. In Harris, D. *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia.* Smithsonian Institution Press, Washington D.C, p.390-412.



- MEEKS, M.D., SIEVEKING, G.de G., TITE, M.S. et COOK, J.** 1982. Gloss and Use-Wear Traces on Flint Sickles and Similar Phenomena. *Journal of Archaeological Science* 9, p. 317-340.
- MILLER, N.F.** 1991. The Near East. In VAN ZEIST, W., WASYLIKOWA, K. et BEHRE, K. (Eds.) *Progress in Old World Palaeoethnobotany*. Rotterdam : AA. Balkema, p.133-160.
- MILLER, N.**
1992. The Origins of Plant Cultivation in the Near East. In COWAN, C.W. et WATSON, P.J. (Eds.) *The Origins of Agriculture, an International Perspective*. Washington (DC) : Smithsonian Institution Press, p.39-58.
1996. Seed Eaters of Ancient Near East: Human or Herbivore ? *Current Anthropology* 37 (3), p. 521-528.
1997. The Macrobotanical Evidence for Vegetation in the Near East, c.18 000/16 000 BC to 4 000 BC. *Paléorient* 23 (2), p. 197-207.
- MILLS, P.R.** 1993. An axe to grind: a fonctional analysis of Anasazi stone axes from sand canyon pueblo ruin (5MT765), Southwestesn Colorado. *Kiva* 58 (3), p. 393-413.
- MOHOLY-NAGY, H.** 1983. Jarmo artifacts of pecked and ground stone and shell. In BRAIDWOOD, L.S. (Ed.) *Prehistoric Archaeology Along Zagros Flanks*. Chicago : University of Chicago Press (Oriental Institute Publications 105), p.290-346.
- MOORE, A.M.T.**
1985. The development of Neolithic societies in the Levant. *Advances in World Archaeology* 4, p. 1-69.
1991. Abu Hureyra 1 and the Antecedents of Agriculture on the Middle Euphrate. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.277-294.
- MOORE, A.M.T., HILLMAN, G.C. & LEGGE, A.J.** 2000. *Village on the Euphrate. From Foraging to Farming at Abu Hureyra*. New-York : Oxford University Press.
- MORRIS, D.H.** 1990. Changes in groundstones following the introduction of maize into the american southwest. *Journal of Anthropological Research* 46, p. 177-194.
- MULHOLLAND, S.C. & RAPP, G.J.** 1994. Phytolith systematics. In MULHOLLAND, S.C. et RAPP, G.J. (Eds.) *Phytolith systematics: Emerging issues*, p.2-13.
- MUNRO, N.** 1999. Small Game as Indicators of Sedentarization During the Natufian Period at Hayonim Cave in Israel. In DRIVER, C. (Ed.) *Zooarchaeology of the Pleistocene/Holocene Boundary*. Oxford : BAR International Series 800, p.37-45.
- NAVEH, Z.** 1967. Mediterranean ecosystems and vegetation types in California and Israel. *Ecology* 48, p. 445-459.
- NEELEY, M.P. & CLARK, G.A.** 1993. The Human Food Niche in the Levant Over the Past 150.000 Years. In PETERKIN, G.L., BRICKER, H.M. et MELLARS, P. (Eds.) *Hunting and Animal Exploitation in the Later Palaeolithic and Mesolithic of Eurasia*, Number 4. USA : AP3A, p.221-240.
- NELSON, E.W.** 1983. *The Eskimo about Bering Strait*. Washington : Smithsonian Institute Press, (Classics of Smithsonian Institute, 1ère ed. 1899).
- NELSON, M.C. & LIPPMEIER, H.** 1993. Grinding-tool design as conditioned by land-use pattern. *American Antiquity* 58 (2), p. 286-305.
- NEUVILLE, H.** 1951. *Le Paléolithique et le Mésolithique du désert de Judée*. Paris : Masson, (Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine, Mémoire 24).
- NEWCOMER, M.H., GRACE, R. et UNGER-HAMILTON, R.** 1987. Microwear polishes, blind test, and texture analysis. In SIEVEKING, G.de G. & NEWCOMER, M.H. (Eds.) *The human uses of flint and chert*. Cambridge : Cambridge University Press, p.253-263.
- NIERLE, M.C.** 1983. Mureybet et Cheik Hassan (Syrie) : outillage de mouture et de broyage (9e et 8e millénaires). *Cahiers de l'Euphrate* 3, p. 177-216.
- NOY, T.** 1991. Art and decoration of the Natufian at Nahal Oren. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.557-568.

- O'CONNELL, J.F.** 1977. Aspects of variation in central Australian lithic assemblages. In WRIGHT, R.V.S. (Ed.) *Stone tools as a cultural markers: change, evolution and complexity*. Canberra : Australian Institute of Aboriginal Studies, p.267-281.
- O'DEA, K., NESTEL, P. et ANTONOFF, L.** 1980. Physical factors influencing postprandial glucose and insulin responses to starch. *American Journal of Clinical Nutrition* 33, p. 760-765.
- OLSON, R.L.** 1971. Prehistory of Santa Barbara Area. In HEIZER, R.F. et WHIPPLE, M.A. (Eds.) *The Californian Indians, a source book*. Berkeley, Los Angeles : University of California Press, p.206-224.
- OLSZEWSKI, D.**
1986. *The North Syrian Late Epipaleolithic*. Oxford : BAR International Series 309.
1988. The North Syrian Late Epipaleolithic and its Relationship to the Natoufian Complex. *Levant* XX, p. 127-137.
1991. Social Complexity in the Natufian? Assessing the Relationship of Ideas and Data. In CLARK, L.A. (Ed.) *Perspectives on the Past*. Philadelphia : University of Pennsylvania Press, p.322-340.
- OSBORNE, R.H.** 1999. The Experimental Replication of a Stone Mortar. *Lithic Technology* 23 (2), p. 116-123.
- PEPE, C., CLOTTE, J., MENU, M. et WALTER, P.** 1991. Le liant des peintures paléolithiques ariégeoises. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences* 312, série II, p. 929-934.
- PERLES, C. & PHILIPS, J.** 1991. The Natufian Conference - Discussion. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.637-644.
- PERROT, J.**
1957. Le Mésolithique de la Palestine et les récentes découvertes à Eynan (Ain Mallaha). *Antiquity and Survival* 2 (3-4), p. 91-110.
1960. Excavations at Eynan (Ain Mallaha). Preliminary Report on the 1959 Season. *Israël Exploration Journal* 10 (1), p. 14-22.
1962. Mission Archéologique Française en Israël. *Year Book of the American Philosophical Society*, p. 604-607.
1966. Le gisement natoufien de Mallaha (Eynan), Israël. *L'Anthropologie* (Paris), 70 (5-6), p. 437-484.
1968. La Préhistoire Palestinienne. *Supplément au Dictionnaire de la Bible*, 8, n°43. Paris : Letouzey et An, p.286-486.
1974. Mallaha (Eynan), 1975. *Paléorient* 2 (2), p. 485-486.
1976. Notes and News: Eynan (Mallaha), 1975. *Israel Exploration Journal* 26, p. 47-48.
1995. Les premiers villages. *Les dossiers d'archéologie* 203, p. 31-47.
2000. Réflexions sur l'état des recherches concernant la Préhistoire récente du Proche et Moyen-Orient. *Paléorient* 26 (1), p. 5-28.
- PERROT, J., LADIRAY, D. & SOLIVERES-MASSEI, O.** 1988. *Les Hommes de Mallaha (Eynan) Israël*. Paris : Association Paléorient (Mémoires et travaux du Centre de Recherche Français de Jérusalem, vol.7).
- PETERS, J., HELMER, D., VON DEN DRIESCH, A. & SANA SEGUI, M.** 1999. Early Animal Husbandry in the Northern Levant. *Paléorient* 25 (2), p. 27-47.
- PETERSON, N.** 1968. The pestle and the mortar: an ethnographic analogy for archaeology from Arnhem Land. *Mankind* 6 (2), p. 567-570.
- PICHON, J.** 1983. Parures Natoufiennes en os de perdrix. *Paléorient* 9 (1), p. 91-98.
- PIPERNO, D.** 1985. Phytolith analysis of geological sediments from Panama. *Antiquity* LIX.
- PLISSON, H.**
1982. Une analyse fonctionnelle des outillages basaltiques. In CAHEN, D. (Ed.) *Recent progress in microwear studies*, Vol. 2. Tervuren : Musée Royale de l'Afrique Centrale, p.241-244.
- 1985a. Contribution de la tracéologie à la localisation des aires d'activité et d'occupation. *L'Anthropologie* 89, p. 473-478.

- 1985b. *Etude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures : recherche méthodologique et archéologique*. Paris : Université de Paris I, 357 p. Thèse N.D. : Lettres.
1991. Tracéologie et expérimentation : bilan d'une situation. In *Archéologie expérimentale, 2 - La terre ; l'os et la pierre, la maison et les champs*, Actes du colloque international "Expérimentation en archéologie : bilan et perspectives" tenu à l'Archéodrome de Beaune les 6, 7, 8 et 9 Avril 1988. Paris : Errance, p.152-160.
- PLISSON, H. et MAUGER, M.** 1988. Chemical and mechanical alteration of microwear polishes: an experimental approach. *Helinium XXVIII*, p. 3-16.
- PLISSON, H. & VAN GIJN, A.** 1989. La tracéologie : mode d'emploi. *L'Anthropologie* 93, p. 631-642.
- PRICE, T.D. & BROWN, J.A.** 1985. Aspects of Hunter-Gatherer Complexity. In PRINCE, T.D. et BROWN, J.A. (Eds.) *Prehistoric Hunter-Gatherer*. California : Academic Press, p.3-20.
- PRITCHARD PARKER, M.A. & TORRES, J.A.** 1998. Analysis of experimental debitage from hammerstone use and production : implications for ground stone use. *Lithic Technology* 23 (2), p. 139-146.
- PROCOPIOU, H.** 1998. *L'outillage de mouture et de broyage en Crête Minoenne*. Université de Paris I - Sorbonne, 2 vol, 261p. Thèse de Doctorat.
- PROCOPIOU, H. & FORMENTI, F.** 2000. La chromatographie en phase gazeuse. Meule et molettes : à quoi ont elles servi ? *Les dossiers d'archéologie* 253, p. 70-73.
- PROCOPIOU, H., JAUTEE, E., VARGIOLU, R. et ZAHOUNI, H.** 1998. Petrographic and use-wear analysis of a quern from Syvritos Kephala. In FACCHINI, F., PALMA DI CESNOLA, A., PIPERNO, M. et PERETTO, C. (Eds.) *Actes du XIIème Congrès de l'UISPP, Forli 8-14 septembre 1996. Workshop 17 : Analyse fonctionnelle des pièces lithiques : situation actuelle de la recherche, Tome II, Vol 6*. Forli : A.B.A.C.O, p.1183-1192.
- RAFFERTY, J.E.** 1985. The Archaeological Record on Sedentariness: Recognition, Development, and Implications. In SCHIFFER, M.B. (Ed.) *Advances in Archaeological Method and Theory*, 8. London : Academic Press, p.113-156.
- REGERT, M.**
1993. *Techniques de transformation des matériaux ferrugineux en contexte paléolithique*. Universités de Paris I - Paris X - Montpellier II - Museum - INA - PG, 82p. Mémoire de DEA Environnement et Archéologie.
1996. *Les composés organiques en Préhistoire : nouvelles approches analytiques*. Université de Paris X, 2 tomes, 165p. Thèse.
2000. Nouvelles méthodes combinant approches moléculaire et isotopique appliquées à l'archéologie. *Nouvelles de l'Archéologie* 80, p. 39-45.
- REGERT, M. & ROLANDO, C.** 1996. Archéologie des résidus organiques. De la chimie analytique à l'archéologie : un état de la question. *Techne* 3, p. 118-128.
- REID, DAWN, M., MARI, A. et PRITCHARD-PARKER** 1993. Preliminary Results of a Replication Study: Metate Reroughening, Peking or Pounding? *Proceeding of the Society for California Archaeology* 6, p. 199-206.
- RENFREW, C.** 1984. *Approaches to social archaeology*. Oxford : The Alden Press.
- RENOUF, M.A.P.** 1991. Sedentary Hunter-Gatherers: A Case From Northern Coats. In GREGG, S.A. (Ed.) *Between Bands and States*. Carbondale : Southern Illinois University (Occasional Paper, n°9), p.89-107.
- RIBAUX, P.** 1986. *Cortailod-Est, un village du Bronze final, Vol 3. L'homme et la pierre*. Saint-Blaise : du Ruau (collection Archéologie neuchâteloise).
- RICHARDS, T.** 1988. *Microwear Patterns on Experimental Basalt Tools*. Oxford : BAR International Series 460.
- RICOU, C. & ESNARD, T.** 2000. Etude expérimentale concernant la fabrication de perles en coquillage de deux sites artenaciens oléronais. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 97 (1), p. 83-93.

- RIDDELL, F.A. & PRITCHARD, W.** 1971. Archaeology of the Rainbow Point Site (4-Plu-S94), Bucks Lake, Plumas County, California. *University of Oregon Anthropological Papers* 1, p. 59-102.
- RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, A.C.** 1993. Analyse fonctionnelle d'outils lithiques en basalte de l'île de la Palma (îles Canaries) : premiers résultats. In ANDERSON, P.C., BEYRIES, S., OTTE, M. et PLISSON, H. (Eds.) *Traces et fonction, les gestes retrouvés*. Actes du colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990, Vol. 2. Valbonne : Centre de Recherches Archéologiques du CNRS & Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, n°50, p.295-302.
- ROHLING, E.J., MAYEWSKI, P.A., ABU-ZIED, R.H., CASFORD, J.S.L. et HAYES, A.** 2002. Holocene atmosphere-ocean interactions: records from Greenland and the Aegan Sea. *Climate Dynamics* 18, p. 587-593.
- ROMANOFF, S.** 1992. Fraser Lillooet Salmon Fishing. In HAYDEN, B. (Ed.) *A Complex Culture of the British Columbia Plateau. Traditional St'átl'imxResource Use*. Vancouver : UBC Press, p.470-505.
- RONEN, A. & VANDERMEERSCH, B.** 1972. The Upper Palaeolithic Sequence in the Cave of Qafza (Israel). *Quaternaria* 16 : 189-202.
- ROSEN, A.M.** 1992. Preliminary identification of silica skeletons from Near Eastern archaeological sites: An anatomical approach. In RAPP, G.J. et MULHAOLLAND, S.C. (Eds.) *Phytolith systematics: Emerging issues*, p.129-147.
- ROSENBERG, M.** 1998. Cheating at Musical Chairs. Territoriality and Sedentism in an Evolutionary Context. *Current Anthropology* 39 (5), p. 653-681.
- ROSSIGNOL-STRICK, M.**
1995. Sea-land correlation of pollen records in the eastern mediterranean for the glacial-interglacial transition: biostratigraphy versus radiometric time-scale. *Quaternary Science Reviews* 14, p. 893-915.
1997. Paléoclimat de la Méditerranée Orientale et de l'Asie du Sud-Ouest de 15.000 à 6.000 BP. *Paléorient* 23 (2), p. 175-186.
- ROUBET, C.**
- 1990a. The grinding stones of Site E-78-3, Wadi Kubbaniya. In SCHILD, R. et CLOSE, A. (Eds.) *The prehistory of Wadi Kubbaniya*, Vol. 3: Late Palaeolithic Archaeology. Dallas : Southern Methodist University Press, p.473-489.
- 1990b. Report on Site E-82-1 : A Workshop for the Manufacture of Grinding Stones at Wadi Kubbaniya. In CLOSE, A.E. (Ed.) *The Prehistory of Wadi Kubbaniya*, Vol.3: Late Palaeolithic Archaeology. Dallas : Southern Methodist University Press, p.588-608.
- ROUX, V.** 1986. *Le matériel de broyage. Etude ethnoarchéologique à Tichitt (R.I Mauritanie)*. Paris : Editions Recherche sur les Civilisations, Mémoire n°58.
- ROWLEY-CONWY, P.** 1991. Comments on Campana and Crabtree "Communal Hunting in the Natufian of the Southern Levant: The Social and Economic Implications. *Journal of Mediterranean Archaeology* 4 (1), p. 121-123.
- RUNNELS, C.** 1981. *A Diachronic Study and Economic Analysis of Millstones from the Argolid*. Indiana University, Bloomington, Ph.D. Ann Arbor : University Microfilms International Ph.D Dissertation, 400p.
- RUNNELS, C. & VAN ANDEL, T.H.** 1988. Trade and the Origins of Agricultural in the Eastern Mediterranean. *Journal of Mediterranean Archaeology* 1, p. 83-109.
- SAMZUN, A.** 1994. Le mobilier de pierre. In Lechevallier, M. & Ronen, A. *Le gisement de Hatoula en Judée Occidentale, Israël*. Mémoires et Travaux du Centre de Recherche Français de Jérusalem, Vol. 8. Association Paléorient, Paris, p.211-226.
- SANLAVILLE, P.**
1996. Changements climatiques dans la région Levantine à la fin du Pléistocène Supérieur et au début de l'Holocène. Leurs relations avec l'évolution des sociétés humaines. *Paléorient* 22 (1), p. 7-30.
1997. Les changements dans l'environnement au Moyen-Orient de 20 000 BP à 6 000 BP. *Paléorient* 23 (2), p. 249-262.
- SCHICK, T.** 1989. Early Neolithic Twined Basketry and Fabrics From the Nahal Hemar Cave, Isreal. In Centre de recherches archéologiques d'Antibes (Eds.) *Tissage, Cordage,*

- Vannerie*. IXèmes rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire, Antibes, Octobre 1988. Juan-les-Pins : APDCA, p.41-52.
- SCHLANGER, S.H.** 1991. On Manos, Metates and the History of Site Occupations. *American Antiquity* 56, p. 460-474.
- SCHMIDT, J.R.** 1991. Animal and fish glues. *Bulletin of Primitive Technology* 1, p. 37-40.
- SELLARS, J.R.** 1998. The Natufian of Jordan. In HENRY, D.O. (Ed.) *The Prehistoric Archaeology of Jordan*. Oxford : BAR International Series 705, p.83-101.
- SEMENOV, S.A.** 1964. *Prehistoric technology; an experimental study of the oldest tools and artefacts from traces of manufacture and wear*. London : Cory, Adams & Mackay, 211 p.
- SHOUMACKER, A.** 1993. Apports de la technologie et de la pétrographie pour la caractérisation des meules. In ANDERSON, P.C., BEYRIES, S., OTTE, M. et PLISSON, H. (Eds.) *Traces et fonction, les gestes retrouvés*. Actes du colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990, Vol. 1. Valbonne : Centre de Recherches Archéologiques du CNRS & Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, n°50, p.165-176.
- SIEVERT, A.K.** 1992. Root and tuber resources: experimental plant processing and resulting microwear on chipped stone tools. In ANDERSON, P.C.(dir) *Préhistoire de l'Agriculture : Nouvelles Approches Expérimentales et Ethnographiques*. Paris : Editions du CNRS, Monographie du CRA n°6, p.55-66.
- SIGAUT, F.** 1991. Un couteau ne sert pas à couper mais en coupant. Structure, fonctionnement et fonction dans l'analyse des objets. In *25 ans d'études technologiques en Préhistoire. Bilan et perspectives*. Actes des rencontres 18-19-20 Octobre 1990. Juan-les-Pins : APDCA, p.21-34.
- SILLEN, A. & LEE-THORP, J.A.** 1991. Dietary Change in the Late Natufian. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.399-410.
- SMITH, B.D.** 1995. *The Emergence of Agriculture*. New-York : Scientific American Library.
- SMITH, M.A.**
1985. *A morphological comparison of Central Australian seedgrinding implements and Australian Pleistocene-age grindstones*. The Beagle: Occasional Papers of the Northern Territory Museum of Arts and Sciences, t. 2, p. 23-38.
1988. Central Australian seed grinding implements and Pleistocene grindstone. In MEEHAN, B. et JONES, R. (Eds.) *Archaeology with ethnography: an Australian Perspective*. Canberra : Department of Prehistory, Research School of Pacific Studies, The Australian National University, p.88-93.
1989. Seed gathering in inland Australia: current evidence from seed-grinders on the antiquity of the ethnohistorical pattern of exploitation. In HARRIS, D.R. et HILLMAN, G.C. (Eds.) *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation*. London : Unwin Hyman, p.305-317.
- SMITH, P.** 1991. The Dental Evidence for Nutritional Status in the Natufians. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.425-432.
- SOLECKI, R.L.** 1969. Milling tools and the Epipaleolithic in the Near East. In Association pour l'étude du Quaternaire (Ed) : *Etudes françaises sur le Quaternaire, Vol. 2*. Paris : supplément au Bulletin de l'Afeq, p. 989-994.
- STAHL, A.**
1984. Hominid dietary selection before fire. *Current Anthropology* 25, p. 151-168.
1989. Plant-food processing : implications for dietary quality. In HARRIS, D.R. et HILLMAN, G.C. (Eds.) *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation*. London : Unwin Hyman, p.171-194.
- STEKELIS, M. et YIZRAELY, T.** 1963. Excavations at Nahal Oren, Preliminary report. *Isreal Exploration Journal* 13 (1), p. 1-19.
- STEWART, J.** 1934. Ethnography of the Owens Valley Paiute. *UCPAAE* 33, p. 233-350.
- STEWART, H.** 1977. *Indian fishing. Early Methods on the Northwest Coast*. Vancouver/Toronto : Douglas et McIntyre, (University of Washington Press).

- STINER, M.C., MUNRO, N., SUROVELL, T., TCHERNOV, E. et BAR-YOSEF, O.** 1999. Palaeolithic Population Growth Pulses Evidenced by Small Animal Exploitation. *Science* 283, p. 190-194.
- STINER, M.C., MUNRO, N. et SUROVELL, T.** 2000. The Tortoise and the Hare: Small Game Use, the Broad-Spectrum Revolution and Paleolithic Demography. *Current Anthropology* 41 (1), p. 39-73.
- STINER, M.C. & TCHERNOV, E.** 1998. Pleistocene Species Trends at Hayonim Cave: Changes in Climate versus Human Behavior. In AKAZAWA, T., AOKI, K. et BAR-YOSEF, O. (Eds.) *Neandertals and Modern Human in Western Asia*. New-York : Plenum Press, p.241-262.
- STONE, T.** 1994. The impact of raw-material scarcity on ground-stone manufacture and use : an example from the Phoenix Basin Hohokam. *American Antiquity* 59 (4), p. 680-694.
- STORDEUR, D.**
1981. La contribution de l'industrie de l'os à la délimitation des aires culturelles : l'exemple du Natoufien. In CAUVIN, M.C. et SALANVILLE, P. (Eds.) *Préhistoire du Levant, Chronologie et Organisation de l'espace depuis les origines jusqu'au VIème Millénaire*. Paris : Editions du CNRS, p.433-437.
1989. Vannerie et tissage au Proche-Orient néolithique : IXe-Ve millénaire. In Centre de Recherche Archéologiques d'Antibes & Musée Archéologique d'Antibes (Eds.) *Tissage, Cordage, Vannerie*. IXe rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire, Antibes, Octobre 1988. Juan-les-Pins : APDCA, 1989. p.19-39.
1991. Le Natoufien et son évolution à travers les artefacts en os. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.467-482.
- SUSSMAN, C.** 1988. Aspects of microwear as applied to quartz. In BEYRIES, S. (Ed.) *Industries Lithiques. Tracéologie et Technologie. Vol 2 : Aspects méthodologiques*. Oxford : BAR international series 411, p.3-27.
- TANGRI, D. et WYNCOLL, G.** 1989. Of mice end men : is the presence of commensal animals in archaeological sites a positive correlate of sedentism. *Paléorient* 15 (2), p. 85-94.
- TCHERNOV, E.**
1984. Commensal Animals and Human Sedentism in the Middle East. In CLUTTON-BROCK, J. et GRIGSON, C. (Eds.) *Animals and Archaeology 3: Early Herders and their Flocks*. Oxford : BAR international series 202, p.91-116.
- 1991a. Biological Evidence for Human Sedentism in Southwest Asia during the Natufian. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.315-340.
- 1991b. Of mice and men. Biological markers for long-term sedentism; a reply. *Paléorient* 17 (1), p. 153-160.
1995. Environmental and Socioeconomic Background to Domestication in the Southern Levant. In CAMPANA, D.V. (Ed.) *Before Farming: Hunter-Gatherer Society and Subsistence*. Michigan : Ann Arbor, p.39-77.
1997. Are Late Pleistocene Environmental Factors, Faunal Changes and Cultural Transformations Causally Connected ? The case of the Southern Levant. *Paléorient* 23 (2), p. 209-228.
- TCHERNOV, E. & VALLA, F.R.** 1997. Two New Dogs, and Other Natufian Dogs, from the Southern Levant. *Journal of Archaeological Science* 24, p. 65-95.
- TESTART, A.** 1982. *Les chasseurs-cueilleurs ou l'origine des inégalités*. Paris : Société d'ethnologie.
- TRINGHAM, R., COOPER, G., ODELL, G., VOYTEK, B. et WHITMAN, A.** 1974. Experimentation in the formation of edge damage: a new approach to lithic analysis. *Journal of Field Archaeology* 1, p. 171-196.
- TURNER, N.J.** 1992. Plant Resources of the St'átl'imx (Fraser River Lillooet) People : A Window into the Past. In HAYDEN, B. (Ed.) *A Complex Culture of the British Columbia Plateau. Traditional St'átl'imx Resource Use*. Vancouver : UBC Press, p.405-469.
- UNGER-HAMILTON, R.**
1984. The Formation of Use-wear Polish on Flint: Beyond the "Deposit versus Abrasion" Controversy. *Journal of Archaeological Science* 11, p. 91-98.

1991. Natufian Plant Husbandry in the Southern Levant and Comparison with that of the Neolithic Periods: The Lithic Perspective. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.483-520.

**VALLA, F.**

1981. Les établissements natoufiens dans le Nord d'Israël. In CAUVIN, M.C. & SALANVILLE (Eds.) *Préhistoire du Levant*. Paris : Editions CNRS, p.409-419.

1984. *Les industries de silex de Mallaha (Eynan) et du Natoufien dans le Levant*. Paris : Association Paléorient (Mémoires et travaux du Centre de Recherche Français de Jérusalem, Vol. 3).

1986. De nouvelles structures Natoufiennes sur la Terrasse d'Hayonim. *Mitekufat Haeven* 19, p. 81-90.

1987a. Chronologie absolue et chronologie relative dans le Natoufien. In AURENCHE, O., EVIN, J. et HOURS, F. (Eds.) *Chronologies in the Near East*. Oxford : BAR international series 379, p.267-294.

1987b. Les Natoufiens connaissaient-ils l'arc ? In STORDEUR, D. (dir.) *La Main et l'Outil : manches et emmanchements préhistoriques*. Table Ronde CNRS, Lyon 26-29 novembre 1984. Lyon : G.S Maison de l'Orient, p.165-174.

1988a. En guise de synthèse : quelques questions posées par l'Épipaléolithique Levantin. *Paléorient* 14 (1), p. 316-320.

1988b. Les premiers sédentaires de Palestine. *La Recherche* 199, p. 576-584.

1991. Les Natoufiens de Mallaha et l'espace. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.111-122.

1995a. The first settled societies - Natufian (12.500-10.200BP). In LEVY, TR (Ed.) *The archaeology of society in Holy land*. London : Leicester University press, p.169-187.

1995b. L'animal "bon à penser" : la domestication et la place de l'homme dans la nature. In OTTE, M. (Ed.) *Nature et Culture*, Colloque de Liège (13-17 décembre 1993). Liège : ERAUL. 68, p.651-667.

1998. Natufian seasonality : a guess. In ROECK, T.R. et BAR-YOSEF, O. (Eds.) *Seasonality and sedentarism, Archaeological perspectives from old and new world sites*. Cambridge : Peabody Museum Bulletin, 6, p.93-108.

1999. The Natufian : A Coherent Thought? In DAVIES, W. et CHARLES, R. (Eds.) *Dorothy Garrod and the Progress of the Palaeolithic*. Exeter : Oxford Book, p.223-241.

2000. La sédentarisation au Proche-Orient : la culture natoufienne. In GUILAINE, J. (Ed.) *Premiers paysans du monde*. Paris : Errance, p.13-30.

**VALLA, F., BUXO I CAPDEVILA, R. et PLISSON, H.** 1989. Notes préliminaires sur les fouilles en cours sur la terrasse d'Hayonim. *Paléorient* 15, p. 245-257.

**VALLA, F.R. & KHALAILY, H.** 1997. Les premiers sédentaires en Israël : Mallaha (Eynan, 1996). *Bulletin du Centre de Recherche Français de Jérusalem* 1, p. 59-82.

**VALLA, F.R., KHALAILY, H., SAMUELIAN, N., BOCQUENTIN, F., DELAGE, C., VALENTIN, B., PLISSON, H., RABINOVITCH, R. et BELFER-COHEN, A.** 1999. Le Natoufien Final et les Nouvelles Fouilles à Mallaha (Eynan), Israël 1996 - 1997. *Journal of the Israel Prehistoric Society* 28, p. 105-176.

**VALLA, F.R., KHALAILY, H., SAMUELIAN, N., MARCH, R., BOCQUENTIN, F., VALENTIN, B., MARDER, O., RABINOVITCH, R., LE DOSSEUR, G., DUBREUIL, L. et BELFER-COHEN, A.** 2001. Le Natoufien Final de Mallaha (Eynan), Deuxième Rapport Préliminaire : Les Fouilles de 1998-1999. *Journal of the Israel Prehistoric Society* 31, p. 9-151.

**VALLA, F.R., KHALAILY, H., SAMUELIAN, N., BOCQUENTIN, F.** 2002. De la prédation à la production. L'apport des fouilles de Mallaha (Eynan) 1996-2001. *Bulletin du Centre de Recherche Français de Jérusalem* 10, p. 17-38.

**VALLA, F.R., LE MORT, F. & PLISSON, H.** 1991. Les fouilles en cours sur la terrasse d'Hayonim. In BAR-YOSEF, O. et VALLA, F.R. (Eds.) *The Natufian Culture in the Levant*. Michigan : Ann Arbor, International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1), p.93-110.

- VANDIVER, P.B., PETRAGLIA, M.D. et POTTS, R.B.** 1992. Analyses Techniques de deux "Mortiers" du Paléolithique Supérieur de la Madeleine, Dordogne, France. *L'Anthropologie* (Paris) 98 (4), p. 674-682.
- VAUGHAN, P.** 1985. *Use-wear analysis of flaked stone tools*. Tucson : The University of Arizona Press, 204 p.
- VIGNE, J.-D.** 2000. Les débuts du Néolithiques de l'élevage des ongulés au Proche-Orient et en méditerranée : acquis récents et questions. In GUILAINE, J. (Ed.) *Premiers paysans du monde*. Paris : Errance, p.143-168.
- VIGNE, J.-D., BUITENHUIS, H. et DAVIS, S.** 1999. Les premiers pas de la domestication animale à l'Ouest de l'Euphrate : Chypre et l'Anatolie Centrale. *Paléorient* 25 (2), p. 49-62.
- VOIGT, M.** 1983. *Hajji Firuz Tepe, Iran : the Neolithic Settlement*. Philadelphia : The University Museum, University of Pennsylvania.
- WALLACE, W.J.** 1971. A Suggested Chronology for Southern California Coastal Archaeology. In HEIZER, R.F. et WHIPPLE, M.A. (Eds.) *The Californian Indians, a source book*. Berkeley, Los Angeles : University of California Press, p.186-201.
- WATANABE, H.** 1968. Subsistence and Ecology of Northern Food Gatherers with Special Reference to the Ainu. In LEE, R.B. et DE VORE, I. (Eds.) *Man the Hunter*. Chicago : Aldine Publishing Company, p.69-77.
- WEINSTEIN-EVRON, M.**
1991. New Radiocarbon Dates for the Early Natufian of El-Wad Cave, Mt Carmel, Israel. *Paléorient* 17 (1), p. 95-97.
1998. *Early Natufian el-Wad Revisited*. Liège : ERAUL 77.
- WEINSTEIN-EVRON, M. & BELFER-COHEN, A.** 1993. Natufian figurines from the new excavations of the El-Wad Cave, Mt Carmel, Israel. *Rock Art Research* 10 (2), p. 102-106.
- WEINSTEIN-EVRON, M. & ILANI, S.** 1994. Provenance of Ochre in Natufians Layers of El-Wad Cave, Mont Carmel, Israël. *Journal of Archaeological Science* 21 (4), p. 461-467.
- WEINSTEIN-EVRON, M., KAUFMAN, D. & BIRD-DAVID, N.** 2001. Rolling Stones: Basalt Implements as Evidence for Trade/Exchange in the Levantine Epipalaeolithic. *Journal of the Israel Prehistoric Society* 31, p. 25-42.
- WEINSTEIN-EVRON, M., LANG, B., ILANI, S., STEINITZ, G. et KAUFMAN, D.** 1995. K/AR Dating As A Means of Sourcing Levantine Epipalaeolithic Basalt Implements. *Archaeometry* 37, p. 37-40.
- WEINSTEIN-EVRON, M., LANG, B. & ILANI, S.** 1999. Natufian Trade/Exchange in Basalt Implements: Evidence from Northern Israel. *Archaeometry* 41 (2), p. 267-273.
- WILLCOX, G.H.**
1992. Archaeobotanical signifiante of growing Near Eastern progenitors of domestic plants at Jalés (France). In ANDERSON, P.C. (dir) *Préhistoire de l'Agriculture : Nouvelles Approches Expérimentales et Ethnographiques*. Paris : Editions du CNRS, Monographie du CRA n°6, p.159-177.
- 2000a. Présence de céréales dans le Néolithique précéramique de Shillourokambos à Chypre : résultats de la campagne 1999. *Paléorient* 26 (1), p. 129-135.
- 2000b. Nouvelles données sur l'origine de la domestication des plantes au Proche Orient. In GUILAINE, J. (dir) *Premiers paysans du monde. Naissances des agricultures*. Paris : éditions errance, p. 123-139.
2001. La naissance de l'agriculture au Proche-Orient. In MARINVAL, P. (dir.) *Histoires d'Hommes, Histoires de Plantes*. Millau : Monique Mergoïl & Centre d'Anthropologie, Toulouse (Mémoire de Plantes 1) p. 79 – 103.
- WILLOUGHBY, P.R.** 1985. Spheroids and battered stones in the African Early Stone Age. *World Archaeology* 17 (1), p. 44-60.
- WRIGHT, G.A.** 1978. Social differentiation in the early Natufian. In REDMAN, C., BERMAN, M.J., CURTIN, E.V., LANGHORNE, W.T., NINA, J., VERSAGGI, M. et WANSER, J.C. (Eds.) *Social archaeology, beyond subsistence and dating*. New-York : Academic Press, p.201-223.



**WRIGHT, K.**

- 1992a. A Classification System for Ground Stone Tools from the Prehistoric Levant. *Paléorient* 18 (2), p. 53-81.
- 1992b. *Ground Stone Assemblages Variation and Subsistence Strategies in the Levant, 22 000 - 5 500 BP*. Department of Anthropology, Yale University, 417 p. Ph.D.
1994. Ground-Stone Tools and Hunter-Gatherer Subsistence in Southwest Asia : Implications for the Transition to Farming. *American Antiquity* 59 (2), p. 238-263.
2000. The Social Origins of Cooking and Dining in Early Villages of Western Asia. *Proceedings of the Prehistoric Society* 66, p. 89-121.

**YAMADA, S.**

1993. The formation process of "use-wear polishes". In ANDERSON, P.C., BEYRIES, S., OTTE, M. et PLISSON, H. (Eds.) *Traces et fonction, les gestes retrouvés*. Actes du colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990, Vol. 2. Valbonne : Centre de Recherches Archéologiques du CNRS & Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, n°50, p.433-445.
1998. Archaeological use-wear: problems and analytical methods. In FACCHINI, F., PALMA DI CESNOLA, A., PIPERNO, M. et PERETTO, C. (Eds.) *Actes du XIIème Congrès de l'UISPP, Forli 8-14 septembre 1996. Workshop 17 : Analyse fonctionnelle des pièces lithiques : situation actuelle de la recherche*, Tome II, Vol 6. Forli : A.B.A.C.O, p.1115-1120.

**YOHE, R.M., NEWMAN, M.E. & CHNEIDER, J.S.** 1991. Immunological identification of small mammal proteins on Aboriginal milling equipment. *American Antiquity* 56 (4), p. 659-666.

**ZEDER, M.A.** 1999. Animal Domestication in the Zagros: A Review of Past and Current Research. *Paléorient* 25 (2), p. 11-25.

**ZOHARY, D.**

1973. *Geobotanical Foundations of the Middle East, I and II*. Stuttgart : Fisher Verlag.
1992. Domestication of the Neolithic Near Eastern crop assemblages. In ANDERSON, P.C. (dir) *Préhistoire de l'Agriculture : Nouvelles Approches Expérimentales et Ethnographiques*. Paris : Editions du CNRS, Monographie du CRA n°6, p.81-86.
1996. The mode of domestication of the founder crops of Southwest Asia. In HARRIS (Ed.) *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia*. London : UCL Press, p.142-158.
- ZOHARY, D. et HOPF, M.** 1988. *Domestication of Plants in the Old World*. Oxford : Clarendon Press.



## Liste des tableaux

tableau 1 : unités chrono-stratigraphiques et entités culturelles au Nord (zone méditerranéenne) et au Sud (zone de désert et de steppe) du Levant pour l'Epipaléolithique et le début du Néolithique. D'après Goring-Morris et Belfer-Cohen (1997, p.75).....	18
tableau 2 : synthèse des données climatiques et paléoenvironnementales pour les différentes phases du Natoufien selon les données de Sanlaville (1996), Rossignol-Strick (1995 et 1997) et Bar-Matthews <i>et al.</i> , 1997.....	51
tableau 3 : Synthèse des données relatives aux industries lithiques, aux outils d'os et au matériel de broyage pour les différentes phases du Natoufien. Symboles : * = étude portant sur une série ou prenant en compte uniquement des sites de la zone Carmel-Galilée ; — : pas de données ou identique au précédent.....	52
tableau 4 : synthèse des données relatives aux stratégies de subsistance pour les différentes phases du Natoufien. Symbole : * = étude d'une série ou prenant en compte uniquement des sites de la zone Carmel-Galilée. ....	53
tableau 5 : synthèse des données relatives aux modes d'implantation territoriaux pour les différentes phases du Natoufien.....	54
tableau 6 : synthèse des données relatives à l'art mobilier pour les différentes phases du Natoufien. Symbole : * = étude d'une série ou prenant en compte uniquement des sites de la zone Carmel-Galilée.....	55
tableau 7 : modèle d'interprétation des variations des formes et matières premières du matériel de broyage archéologique du Sud Ouest des Etats-Unis, d'après T. Stone (1994, p.682) .....	80
tableau 8 : les différents types de percutant utilisés dans le village de Tichitt en Mauritanie, d'après les données de Roux (1986). ....	84
tableau 9 : les différents types de répercutants et percutants utilisés par les Maya des montagnes du Guatemala, d'après les données de Hayden (1987). ....	85
tableau 10 : les différentes étapes de la production des molettes chez les Maya du Guatemala, d'après Hayden (1987). ....	92
tableau 11 : synthèse des différentes phases de production, d'utilisation et d'entretien du matériel de broyage proposées par Wright (1992b).....	93
tableau 12 : Bilan des modes de transformation en percussion posée sur roche grenue envisageables pour la période du Natoufien.....	142
tableau 13 : liste des expérimentations réalisées avec meule / molette.....	147
tableau 14 : liste des expérimentations réalisées pour les fonctionnements isolés.....	148
tableau 15 : synthèse des résultats des expérimentations réalisées par Adams sur un outillage en grès, d'après Adams (1989).....	150
tableau 16 : présentation du matériel expérimental, le bloc passif 3 est divisé en différentes zones (à gauche) auxquelles sont associés plusieurs types de basalte ainsi qu'un bloc de grès. La description des basaltes est donnée en annexe 1. ....	153
tableau 17 : Expérimentation I, le travail d'égrissage ; masse des éléments actifs à différents temps d'utilisation (en grammes).....	154
tableau 18 : récapitulatif des expérimentations effectuées sur le travail de bouchardage et de piquetage.....	160

9	tableau 19 : récapitulatif des expérimentations portant sur le travail de bouchardage suivi d'abrasion.....	1162
	tableau 20 : base de données expérimentales pour l'étude tracéologique du matériel de broyage, bilan des observations macroscopiques et à faibles grossissements. ....	195
	tableau 21 : base de données expérimentales pour l'étude tracéologique du matériel de broyage, bilan des observations macroscopiques et à faibles grossissements (suite). ....	196
	tableau 22 : base de données expérimentales pour l'étude tracéologique des outils travaillant en percussion posée sans répercutant associé.....	197
	tableau 23 : base de données analytiques relative aux caractéristiques des usures pour les outils fonctionnant en couple. Abréviations : Aspect du micro-relief : géné = régularisation générale ; Altérations dominantes : em. = émoussé, micro-frac = micro-fracture, arrach = arrachements, ara. som. = arasement des sommets, homo. = plage d'homogénéisation ; anfrac = usure développée ou non dans les anfractuosités ; seuls les lustres prononcés sont mentionnés. Les grisés correspondent aux différents groupes pouvant être isolés en fonction des caractéristiques prises en compte. ....	198
	tableau 24 : caractérisation des zones d'homogénéisation pour les outils de type abraseur, palisson. Liste des abréviations : Expé = expérimentation ; P/A = présence ou absence ; Répar = répartition ; Eten. = étendue ; M. Plan = morphologie en plan ; M. seb = morphologie en section ; Luis. = luisance ; Asso = association ; les abréviations utilisées pour caractériser les attributs des zones d'homogénéisation correspondent aux premières lettres des descriptions données plus haut. ....	211
	tableau 25 : caractérisation des zones d'homogénéisation pour les outils de type abraseur, palisson reprise des données du tableau 24 avec codification pour faciliter la comparaison. ....	211
	tableau 26 : caractérisation des micro-polis observés sur un échantillon du référentiel expérimental.....	220
	tableau 27 : caractérisation des micro-polis observés sur un échantillon du référentiel expérimental (suite). ....	221
	tableau 28 : caractérisation des micro-polis observés sur un échantillon du référentiel expérimental (suite). ....	222
	tableau 29 : caractérisation des micro-polis observés sur un échantillon du référentiel expérimental (suite). ....	224
	tableau 30 : d'après Belfer-Cohen (1988c), détail de la stratigraphie du niveau B (Natoufien) de la Grotte d'Hayonim, division en cinq phases regroupées en trois périodes principales d'occupation.....	246
	tableau 31 : classification du mobilier de pierre de la grotte d'Hayonim et répartition selon les différentes phases d'occupation d'après Belfer-Cohen (1988c). En grisé : le matériel de broyage.....	250
	tableau 32 : répartition de l'outillage en pierre du niveau natoufien de la grotte d'Hayonim en fonction des différentes catégories de roche, selon les données de Belfer-Cohen (1988c). ....	253
	tableau 33 : représentation des différents types de basalte de l'assemblage natoufien de la Grotte d'Hayonim (en grisé, les matières vacuolaires).....	255
	tableau 34 : Répartition de l'assemblage des basaltes du niveau natoufien de la grotte d'Hayonim en fonction de la typologie de Wright (1992a et b). ....	256

tableau 35 : distribution de l'outillage en basalte au sein des trois phases d'occupation de la Grotte d'Hayonim.....	257
tableau 36 : les molettes typiques de l'assemblage natoufien de la grotte d'Hayonim, la partie grisée correspond aux molettes fragmentées (les poids sont donnés en grammes).....	259
tableau 37 : synthèse de l'étude des molettes de la grotte d'Hayonim (niveaux natoufiens). ....	262
tableau 38 : l'assemblage des galets lustrés de la grotte d'Hayonim. Abréviations : fgt. = fragment ; ent. = entier ; indet. = indéterminé. ....	263
tableau 39 : synthèse de l'étude des galets lustrés de la grotte d'Hayonim (niveaux natoufiens). .....	265
tableau 40 : synthèse de l'étude des pilons-broyeurs de la grotte d'Hayonim (niveaux natoufiens). .....	270
tableau 41 : synthèse de l'étude des pilons plats de la grotte d'Hayonim (niveaux natoufiens).	273
tableau 42 : synthèse de l'étude des outils actifs travaillant en percussion posée pour la grotte d'Hayonim (niveaux natoufiens). En grisé : utilisation relatives au travail de végétaux ligneux ; en blanc : utilisation relative au travail de la peau. ....	281
tableau 43 : synthèse de l'étude des outils passifs fonctionnant en percussion posée de la grotte d'Hayonim (niveaux natoufiens). ....	282
tableau 44 : classification du mobilier de pierre d'Hayonim Terrasse (niveau natoufien, fouilles F. Valla) d'après la classification de Wright (1992 a et b). ....	287
tableau 45 : répartition de l'assemblage des différents types de roche autres que le silex pour le niveau natoufien d'Hayonim Terrasse (fouilles F. Valla). ....	291
tableau 46 : table de contingence entre les catégories d'outils (à gauche) et les types de matière première (en haut) pour l'assemblage natoufien de la terrasse d'Hayonim (fouilles F. Valla). Abréviations : Cal. = calcaire ; Bas. = basalte ; P. = ponce ; Indet. = indéterminé.....	292
tableau 47 : répartition des différents types de basalte de l'assemblage de la terrasse d'Hayonim (fouilles F. Valla). ....	294
tableau 48 : synthèse de l'étude des molettes de la terrasse d'Hayonim .....	298
tableau 49 : synthèse de l'analyse des outils utilisés en percussion posée diffuse du niveau natoufien récent de la terrasse d'Hayonim (fouilles F. Valla). ....	300
tableau 50 : répartition des structures, fosses, bassins et foyers de Mallaha (fouilles J. Perrot) au sein des différentes phases d'occupation du site d'après Valla (1981 et 1991). ....	305
tableau 51 : répartition de l'assemblage du mobilier de pierre natoufien de Mallaha (fouilles J. Perrot) d'après l'inventaire réalisé lors de la fouille (354 objets disposant d'attribution stratigraphique précise). Les chiffres entre parenthèses correspondent aux d'objets dont la classification typologique est incertaine.....	307
tableau 52 : répartition de l'assemblage du mobilier de pierre de Mallaha (fouilles J. Perrot) d'après les données publiées par Wright (1994). L'auteur prend en compte les outils attribués au niveau la postérieur au Natoufien. ....	308
tableau 53 : répartition de l'assemblage des outils de pierres de Mallaha fouilles 1971 à 1976 (J. Perrot). ....	308
tableau 54 : répartition de l'assemblage du mobilier de pierre de Mallaha (fouilles J. Perrot, campagnes de 71 à 76) au sein des différents ensembles stratigraphiques.....	312
tableau 55 : répartition de l'outillage de pierre de Mallaha (fouilles Perrot, échantillon campagnes de 1971 à 1976) en fonction des différentes catégories de roche. Bas. = basalte ; Cal. =	

calcaire ; Indet. = indéterminé ; Galet ut. = galet utilisé brut ; Fgt. Indet. = fragment de matériel de broyage indéterminé.....	312
tableau 56 : répartition des différents types de basalte dans l'assemblage de Mallaha (fouilles 1971 – 1976).....	313
tableau 57 : répartition des catégories d'outils en fonction des différents types de basalte dans l'assemblage de Mallaha (fouilles 1971 à 1976). Abréviations : V/M = vase – mortier ; Mol. = molette ; Bouch. = boucharde ; P. à R. = pierre à rainure ; Déb. = débitage ; Gal. ut. = galets utilisés ; Indet. = indéterminé. ....	314
tableau 58 : tableau descriptif des molettes de "l'échantillon Perrot", Mallaha fouilles anciennes. ....	320
tableau 59 : synthèse de l'étude des outils fonctionnant en percussion posée diffuse pour le site de Mallaha (fouilles J. Perrot). ....	326
tableau 60 : synthèse de l'étude des outils fonctionnant en percussion posée diffuse pour le site de Mallaha (fouilles J. Perrot). ....	327
tableau 61 : répartition des grandes catégories de roches de l'assemblage Natoufien final (niveau Ib) du site de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). Les chiffres entre parenthèses donnent le nombre d'objets pour lesquels l'attribution est à confirmer..	333
tableau 62 : répartition des outils et fragments d'outils en basalte du niveau Ib de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000) selon la typologie de Wright.....	336
tableau 63 : répartition des objets classés dans la catégorie "débitage" du mobilier de pierre de Mallaha, niveau Natoufien final (Ib), fouilles F. Valla et H. Khalaily (campagnes 1996 à 2000). ....	338
tableau 64 : l'assemblage des outils de broyage du niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	340
tableau 65 : les différents types de basalte représentés dans le niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	342
tableau 66 : répartition des différents types de basalte dans l'assemblage des outils du Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	343
tableau 67 : tableau de contingence entre les catégories d'outil et les types de basalte pour le niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). ....	344
tableau 68 : classification des percutants et répercutants de type meule, molette et pilon-broyeur en fonction de l'état de fragmentation, niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles f. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). ....	347
tableau 69 : classification en fonction de la typologie de Wright de l'assemblage des molettes et pilons/broyeurs de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et h. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	348
tableau 70 : dimensions et poids des molettes entières, Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	349
tableau 71 : distribution (par intervalles de 2cm) des longueurs, des largeurs et des épaisseurs des fragments de répercutants (molettes et pilons/broyeurs) de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	349
tableau 72 : distribution des diamètres des molettes et pilons-broyeurs de forme discoïde en plan de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). ....	350

tableau 73 : tableau de contingence entre la morphologie en plan et en section des molettes de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).	350
tableau 74 : nombre de surface d'usure sur les percutants de type molette présentant deux faces opposées (soit 48 objets), Mallaha, niveau IB (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	351
tableau 75 : disposition des faces d'usure des molettes les unes par rapport aux autres (en nombre d'occurrences), Mallaha, niveau Ib, (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	351
tableau 76 : distribution des morphologies des flancs pour les molettes (fragments sur lesquels les flancs de la pièce sont présents soit 44 objets), Mallaha, niveau Ib (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	352
tableau 77 : description des catégories générales d'usure reconnues sur le site de Mallaha pour l'assemblage des molettes et pilons-broyeurs (niveau Natoufien final, fouilles F.R. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	354
tableau 78 : répartition des types d'usure au sein de l'assemblage des outils de type molettes et pilons-broyeurs de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	355
tableau 79 : table de contingence des différents types d'usure observées sur les molettes et pilons-broyeurs présentant deux surfaces actives, Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 - 2000).....	355
tableau 80 : synthèse de l'étude des molettes et pilons – broyeurs du niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	357
tableau 81 : table de contingence entre les formes en plan et en section des meules de l'assemblage Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 - 2000). La préforme de meule ronde n'est pas comprise : 34 objets.....	359
tableau 82 : répartition de l'assemblage des meules en fonction des aménagements des surfaces actives (possible préforme non prise en compte), Mallaha, niveau Ib (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 – 2000).....	360
tableau 83 : table de contingence entre les catégories de meule et les types de basalte, Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). .....	360
tableau 84 : répartition des types d'usure au sein de l'assemblage des meules de Mallaha, niveau Natoufien final, (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). Abréviations : alt. = altérée ; concr. = concrétionnée ; Par. = particulière.....	362
tableau 85 : répartition des types d'usure en fonction des catégories générales de meule de Mallaha, niveau Natoufien final (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). Abréviations : alt. = altéré ; concr. = concrétionné ; par. = particulière ; tot. = total.....	362
tableau 86 : synthèse de l'étude des meules du Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). Précisons que le tableau ne mentionne pas les fragments de forme indéterminée.....	364
tableau 87 : synthèse de l'étude des outils actifs fonctionnant en percussion posée de Mallaha, niveau Ib (fouilles F. Valla et H. Khalaily).....	365
tableau 88 : synthèse de l'étude des outils passifs fonctionnant en percussion posée de Mallaha, niveau Ib (fouilles F. Valla et H. Khalaily).....	366
tableau 89 : répartition des assemblages attribués au Natoufien récent pour la grotte et la terrasse d'Hayonim selon la typologie de Wright.....	372



tableau 90 : récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour le matériel de la grotte d'Hayonim (toutes périodes confondues) fonctionnant en percussion posée diffuse. En grisé : usure relative au broyage de végétaux.....	375
tableau 91 : récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour le matériel de la terrasse d'Hayonim (fouilles F. Valla) fonctionnant en percussion posée diffuse. En grisé : usure relative au broyage de végétaux.....	376
tableau 92 : répartition des échantillons du Natoufien ancien et final de Mallaha d'après la typologie de Wright. Abréviations : Autres ut. bruts = autres objets utilisés bruts ; Fragment indet. = fragment de matériel de broyage indéterminé.....	377
tableau 93 : récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour le matériel natoufien ancien de Mallaha (fouilles J. Perrot) fonctionnant en percussion posée diffuse. En grisé : usure relative au broyage de végétaux.....	380
tableau 94 : récapitulatif des hypothèses fonctionnelles proposées pour les meules et molettes de l'assemblage natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily). En grisé : usure relative au broyage de végétaux.....	380
tableau 95 : décompte du mobilier de pierre, du matériel de broyage et des outils de basalte fonctionnant en percussion posée pour les assemblages natoufiens de la grotte et de la terrasse d'Hayonim, de Mallaha (fouilles anciennes et récentes). .....	381
tableau 96 : les différentes catégories d'outils de basalte fonctionnant en percussion posée reconnues dans les assemblages natoufiens de la grotte d'Hayonim, de la terrasse d'Hayonim et de Mallaha (fouilles anciennes et récentes). Sans trame : les outils actifs ; en grisé : les outils passifs. ....	383
tableau 97 : les molettes des niveaux natoufiens de la grotte et de la terrasse d'Hayonim, de Mallaha (fouilles anciennes et récentes) ; synthèse des modes des données technologiques, morphologiques et fonctionnelles.....	386
tableau 98 : les meules des niveaux natoufiens de la grotte d'Hayonim, de Mallaha (fouilles anciennes et récentes) ; synthèse des données technologiques, morphologiques et fonctionnelles. ....	388
tableau 99 : les assemblages étudiés et leur répartition au sein des différentes phases du Natoufien.....	407



## Liste des figures

Figure 1 : localisation des sites étudiés .....	7
figure 2 : caractérisation des zones d'homogénéisation pour les outils de type abraseur, palisson ; mise en graphique des données du tableau 25.....	211
figure 3 : histogrammes de répartition des outils en calcaire (à gauche) et en basalte (à droite) (selon le nombre d'objets).....	253
figure 4 : répartition des différents types de basalte (selon leur masse totale) du niveau natoufien de la grotte d'Hayonim.....	255
figure 5 : histogramme de répartition de l'assemblage des basaltes du niveau natoufien de la grotte d'Hayonim selon la typologie de Wright (1992a et b).....	256
figure 6 : histogrammes de distribution de l'outillage en basalte au sein des trois phases d'occupation natoufiennes de la Grotte d'Hayonim .....	258
figure 7 : histogramme de répartition du mobilier de pierre de la terrasse d'Hayonim (niveau natoufien, fouilles F.R. Valla) selon la typologie de Wright (1992a et b) (données en pourcentages). .....	287
figure 8 : répartition des différents types de roche dans l'assemblage natoufien du mobilier de pierre de la terrasse d'Hayonim (fouilles F. Valla). Données en grammes.....	291
figure 9 : Répartition des outils de broyage en fonction des types de roche .....	293
figure 10 : histogrammes de répartition des différents types de basalte de l'assemblage de la terrasse d'Hayonim, niveau natoufien (fouilles F. Valla), à gauche selon le nombre d'objets et à droite selon la masse (en grammes).....	294
figure 11 : répartition typologique du mobilier de pierre de Mallaha (fouilles J. Perrot) dans les trois échantillons (échantillon des fouilles 1971 à 1976 = échantillon ; données publiées par Wright = Wright ; inventaire réalisé lors de la fouille = Perrot), données en pourcentages..	309
figure 12 : répartition du mobilier de pierre de Mallaha (fouilles J. Perrot, échantillon des campagnes de 1971 à 1976) selon la typologie de Wright (1992 a et b). La répartition est donnée en nombre absolu (en noir) et en pourcentage (en blanc). .....	310
figure 13 : histogramme de répartition de l'assemblage des outils et fragments d'outils en basalte du niveau Ib de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000) selon la typologie de Wright (données en pourcentages).....	337
figure 14 : histogramme de répartition des outils de broyage en basalte du niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000).....	341
figure 15 : graphiques de répartition des types de basalte dans l'assemblage des outils du Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000) selon le nombre d'objets (à gauche) et la masse totale (à droite). .....	343
figure 16 : graphique de répartition des outils de broyage en fonction des types de basalte pour le niveau Natoufien final de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily, campagnes 1996 à 2000). .....	345
figure 17 : répartition des assemblages attribués au Natoufien récent de la grotte (HG) et de la terrasse (HT) d'Hayonim en fonction de la typologie de Wright, selon les pourcentages. ...	373
figure 18 : distribution des échantillons du Natoufien ancien et final de Mallaha d'après la typologie de Wright, les valeurs sont données en pourcentage.....	378
figure 19 : répartition des outils fonctionnant en percussion posée de la grotte d'Hayonim au sein des différents niveaux natoufiens. ....	382

## Liste des planches

planche 1 : géographie physique du Levant .....	12 bis
planche 2 : zones phyto-géographiques du Proche-Orient, répartition actuelle des différents types de végétation, d'après Miller (1997, p.198) .....	13 bis
planche 3 : Les reconstitutions climatiques .....	14 bis
planche 4 : Les différentes reconstitutions climatiques proposées pour la période du Tardiglaciaire au Proche-Orient et séquence culturelle .....	15 bis
planche 5 : carte de répartition des sites natoufiens au sein des différentes zones environnementales, d'après F. Valla et M. Barazani.....	18 bis
planche 6 : exemples d'outils de silex et d'os, de matériel de broyage natoufiens, d'après Bar-Yosef, O. (1988a).....	19 bis
planche 7 : principes de classification de l'outillage en fonction des gestes de percussion selon Leroi-Gourhan, An. (1971).....	20 bis
planche 8 : exemples de sépultures et de "maisons" natoufiennes. ....	21 bis
planche 9 : exemples de matériel de broyage levantin, d'après Wright (1994, p.241) .....	60 bis
planche 10 : deux exemples d'étude ethnoarchéologique de matériel de broyage.....	84 bis
planche 11 : exemples d'étude des chaînes opératoires de fabrication des meules .....	85 bis
planche 12 : forme et fonctionnement des outils de broyage.....	96 bis
planche 13 : exemples de céréales sauvages : l'Orge, le Seigle et l'Avoine.....	130 bis
planche 14 : exemples de céréales sauvages : les Blés .....	131 bis
planche 15 : le Lupin et le Lin .....	132 bis
planche 16 : diverses plantes.....	133 bis
planche 17 : critères de description des surfaces d'usure lors de l'observation à faibles grossissements .....	150 bis
planche 18 : étude à faibles grossissements, le travail d'égrisage (1). ....	151 bis
planche 19 : étude à faibles grossissements, le travail d'égrisage (2) .....	156 bis
planche 20 : étude à faibles grossissements, le travail de bouchardage.....	157 bis
planche 21 : étude à faibles grossissements : bouchardage et abrasion.....	162 bis
planche 22 : étude à faibles grossissements, le broyage de l'ocre.....	163 bis
planche 23 : étude à faibles grossissements, le broyage de blé nu .....	170 bis
planche 24 : étude à faibles grossissements, le broyage de glands frais.....	171 bis
planche 25 : étude à faibles grossissements, le broyage de noix .....	176 bis
planche 26 : étude à faibles grossissements, le broyage de fèves .....	177 bis
planche 27 : étude à faibles grossissements, le broyage de fénugrec.....	178 bis
planche 28 : étude à faibles grossissements, le broyage de graines de moutarde.....	179 bis
planche 29 : étude à faibles grossissements, le broyage de dorade et de poisson chat.....	180 bis
planche 30 : étude à faibles grossissements, le broyage de viande .....	181 bis
planche 31 : étude à faibles grossissements, l'abrasion d'ocre.....	186 bis
planche 32 : étude à faibles grossissements, exemples de coquillages travaillés par abrasion .....	187 bis
planche 33 : étude à faibles grossissements, l'abrasion de coquillages.....	188 bis
planche 34 : étude à faibles grossissements, le travail de l'os .....	189 bis
planche 35 : étude à faibles grossissements, le travail de la peau.....	190 bis
planche 36 : étude à faibles grossissements, le travail de la peau avec eau .....	191 bis
planche 37 : présentation schématique des caractéristiques des usures selon les grandes catégories de matière d'œuvre planche 1 : géographie physique du Levant.....	202 bis
planche 38 : caractérisation des micropolis d'utilisation, trame et morphologie de coalescence (d'après Plisson, 1982) .....	203 bis

planche 39 : caractérisation des micropolis d'utilisation, exemples de différentes trames et morphologies de coalescence observées sur le matériel expérimental.....	216 bis
planche 40 : étude au microscope à lumière transmise, exemples de surfaces naturelles.....	21 bis
planche 41 : étude au microscope à lumière transmise, travail d'égrissage et broyage de l'ocre...	218 bis
planche 42 : étude au microscope à lumière transmise, le broyage de fèves, de fénugrec et de graines de moutarde....	218 bis
planche 43 : étude au microscope à lumière transmise, le broyage de glands et de noix.....	218 bis
planche 44 : étude au microscope à lumière transmise, le broyage de viande et de dorade.....	218 bis
planche 45 : étude au microscope à lumière transmise, le travail de l'os et du bois.....	218 bis
planche 46 : étude au microscope à lumière transmise, le travail de coquillages et d'ocre .....	218 bis
planche 47 : étude au microscope à lumière incidente, divers (1) .....	218 bis
planche 48 : étude au microscope à lumière incidente, le broyage de la viande, de moutarde et d'orge.....	220 bis
planche 49 : étude au microscope à lumière incidente, le nettoyage de la peau, l'abrasion d'os sec et le travail de coquillages ..	220 bis
planche 50 : étude au microscope à balayage électronique, surfaces naturelle, piquetée et égrisée.....	221 bis
planche 51 : étude au microscope à balayage électronique, les fonctionnements en couple.....	224 bis
planche 52 : étude au microscope à balayage électronique, les fonctionnements isolés .....	225 bis
planche 53 : problèmes de terminologie, l'exemple de molettes et des broyons selon Wright (1992a), Gmira <i>et al.</i> (1993) et Nierlé (1983) .....	234 bis
planche 54 : principes de classification des meules selon la typologie de K. Wright (1992a et b) .....	235 bis
planche 55 : meule et molette, les termes anatomiques (d'après Wright, 1992a) .....	236 bis
planche 56 : localisation du site d'Hayonim d'après Henry <i>et al.</i> 1976, p.392. ....	244 bis
planche 57 : plan de la grotte d'Hayonim durant la phase 1 de l'occupation natoufienne, d'après Belfer-Cohen (1988c).....	245 bis
planche 58 : les molettes de la grotte d'Hayonim.....	260 bis
planche 59 : les molettes de la grotte d'Hayonim, étude à faibles grossissements.....	261 bis
planche 60 : les molettes de la grotte d'Hayonim, étude aux microscopes à lumière transmise et incidente.....	262 bis
planche 61 : les galets utilisés bruts de la grotte d'Hayonim .....	263 bis
planche 62 : les galets lustrés de la grotte d'Hayonim : étude à faibles grossissements.....	264 bis
planche 63 : les pilons-broyeurs de la grotte d'Hayonim .....	265 bis
planche 64 : les pilons plats de la grotte d'Hayonim .....	270 bis
planche 65 : les pilons plats de la grotte d'Hayonim, étude à faibles grossissements.....	271 bis
planche 66 : emplacement des principales fouilles dans la grotte et la terrasse d'Hayonim (relevé E. Nodet, dessin D. Ladiray), d'après Valla <i>et al.</i> (1989) planche 1 : géographie physique du Levant.....	284 bis
planche 67 : plan des fouilles F. Valla de la terrasse d'Hayonim, d'après Valla <i>et al.</i> (1991) .....	285 bis
planche 68 : les molettes de la terrasse d'Hayonim, fouilles F. Valla .....	296 bis
planche 69 : les molettes de la terrasse d'Hayonim, étude à faibles grossissements.....	297 bis

planche 70 : matériel provenant de la terrasse d'Hayonim, fouilles F. Valla.....	298 bis
planche 71 : localisation du site de Mallaha, d'après Perrot <i>et al.</i> (1988).....	302 bis
planche 72 : topographie du gisement et secteurs fouillés, d'après Perrot <i>et al.</i> (1988, p.2) .	303bis
planche 73 : le matériel des fouilles anciennes de Mallaha, exemples de mortiers et de pilons, dessins D. Ladiray .....	310 bis
planche 74 : le matériel des fouilles anciennes de Mallaha, exemples de disques (en haut), de pierres à rainure (au milieu) et de "petit mortier" (en bas). Dessins de D. Ladiray...	311 bis
planche 75 : exemples de molettes provenant des fouilles J. Perrot de Mallaha.....	316 bis
planche 76 : les pièces avec utilisation des flancs, étude à faibles grossissements .....	317 bis
planche 77 : les molettes des fouilles anciennes de Mallaha, étude à faibles grossissements	320 bis
planche 78 : Mallaha (les fouilles anciennes), les "pierres à polir" .....	321 bis
planche 79 : les pierres à polir de Mallaha, étude à faibles grossissements.....	322 bis
planche 80 : plan général des principales structures et sépultures mises au jour dans le cailloutis Ib de Mallaha (fouilles 1996 – 2001). D'après Valla <i>et al.</i> (2002) planche 1 : géographie physique du Levant.....	330 bis
planche 81 : exemples d'outils de calcaire, Mallaha, niveau Ib .....	331 bis
planche 82 : Artefacts en basalte, Mallaha, niveau Ib .....	334 bis
planche 83 : différentes catégories d'outils de basalte de Mallaha, niveau Ib .....	335 bis
planche 84 : l'assemblage des pilons-broyeurs et des molettes de Mallaha, niveau Ib.....	346 bis
planche 85 : les molettes du niveau Ib de Mallaha .....	347 bis
planche 86 : Mallaha (niveau Ib), usure de type B0 sur molettes.....	352 bis
planche 87 : Mallaha (niveau Ib), usure de type B3 sur molettes planche 1 : géographie physique du Levant.....	353 bis
planche 88 : Mallaha (niveau Ib), usure de type B1 .....	354 bis
planche 89 : Mallaha (niveau Ib), usure de type C sur molettes planche 1 : géographie physique du Levant.....	355 bis
planche 90 : les meules du niveau Ib de Mallaha (fouilles F. Valla et H. Khalaily) .....	360 bis
planche 91 : Mallaha (niveau Ib), usure de type 1 et 2 sur meules .....	361 bis



# **Table des matières**

<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
<b>PARTIE I. CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE ET PROBLÉMATIQUE.....</b>	<b>9</b>
<b>Chapitre 1. Une définition du Natoufien .....</b>	<b>11</b>
1. Cadre historique, environnemental et chrono-culturel.....	11
2. Particularité et diversité des adaptations natoufiennes.....	20
<b>Chapitre 2. Un état de la question sur deux problématiques : modes d'implantation et de subsistance au Natoufien .....</b>	<b>29</b>
1. Processus de Néolithisation au Proche-Orient : les modèles proposés.....	29
2. Les données du Natoufien : modes de subsistance et d'implantation .....	35
3. Discussion : Natoufien et processus de néolithisation au Proche-Orient.....	57
<b>Chapitre 3. Les enjeux d'une étude du matériel de broyage natoufien.....</b>	<b>61</b>
1. Tableau général du matériel de broyage de l'Épipaléolithique et du début du Néolithique au Levant .....	61
2. Développement et diversité du matériel de broyage levantin : hypothèses et interprétations proposées .....	66
3. Problématique.....	71
<b>PARTIE II. RECHERCHES MÉTHODOLOGIQUES : ÉTUDES FONCTIONNELLES DU MATÉRIEL DE BROYAGE, UN ÉTAT DE LA QUESTION.....</b>	<b>75</b>
<b>Chapitre 1. L'analyse des formes et des matières premières .....</b>	<b>77</b>
1. Approches archéologiques et apport des données ethnologiques.....	77
2. Construction d'une démarche d'analyse.....	88
<b>Chapitre 2. L'étude des traces d'usage.....</b>	<b>102</b>
1. Différentes approches .....	102
2. Etudes tracéologiques appliquées au matériel de broyage.....	104
<b>Chapitre 3 : La recherche de résidus.....</b>	<b>109</b>
1. Matières minérales.....	109
2. L'identification des matières organiques : recherches de résidus organiques ou minéraux.....	110
<b>Conclusions.....</b>	<b>112</b>

**PARTIE III UNE APPROCHE TRACÉOLOGIQUE : PRÉSENTATION D'UN RÉFÉRENTIEL EXPÉRIMENTAL ..... 115**

**Chapitre I. L'établissement d'un référentiel expérimental ..... 119**

1. Différentes variables et choix effectués..... 119
2. Présentation synthétique du référentiel et des procédures d'analyse..... 145

**Chapitre II. Présentation du référentiel expérimental et des résultats..... 152**

1. Expérimentation I : travail pierre contre pierre..... 153
2. Expérimentations II : caractérisation des traitements de surface de type bouchardage, piquetage et abrasion ..... 158
3. Expérimentation III : fonctionnement en couple, variation des matières travaillées ..... 167
4. Expérimentations 4 : fonctionnement isolé..... 185

**Chapitre III : Bilan des observations à faibles grossissements, quels apports pour une approche fonctionnelle ?..... 193**

1. Synthèse des résultats expérimentaux ..... 193
2. Diagnose : description des usures, pertinence et signification des différents critères employés ..... 208

**Chapitre IV : Analyses à forts grossissements ..... 214**

1. Etude en microscopie optique aux microscopes à lumière transmise et incidente..... 214
2. Etude préliminaire d'un échantillon au microscope à balayage électronique (MEB)..... 223

**Chapitre V : Discussion, l'apport d'un référentiel expérimental ..... 225**

1. Synthèse des résultats expérimentaux ..... 225
2. Perspectives de recherche..... 226

**PARTIE IV. RECHERCHE APPLIQUÉE À L'ANALYSE DE TROIS SÉRIES ARCHÉOLOGIQUES : LA TERRASSE D'HAYONIM, LA GROTTTE D'HAYONIM ET MALLAHA (EYNAN). ..... 231**

**Chapitre 1. Démarche d'analyse des assemblages ..... 232**

1. Etude du mobilier de pierre ..... 233
2. Etude fonctionnelle des outils de basalte travaillant en percussion posée diffuse ..... 236
3. Synthèse de la démarche d'analyse proposée et discussion ..... 241

**Chapitre 2. La grotte d'Hayonim..... 245**

1. Présentation du site..... 245
2. Le mobilier de pierre, présentation générale ..... 248
3. Le matériel de basalte utilisé en percussion posée diffuse..... 259

<b>Chapitre 3. La terrasse d'Hayonim.....</b>	<b>285</b>
1. Présentation du site.....	285
2. Présentation générale du mobilier de pierre .....	286
3. Le matériel de basalte utilisé en percussion posée diffuse.....	296
<b>Chapitre IV. Mallaha (Eynan), les données des fouilles anciennes .....</b>	<b>303</b>
1. Présentation du site.....	303
2. Le mobilier de pierre, présentation générale de l'assemblage.....	306
3. Le matériel en basalte utilisé en percussion posée diffuse .....	315
<b>Chapitre 5. Le niveau Natoufien final de Mallaha .....</b>	<b>331</b>
1. Les fouilles récentes de Mallaha, présentation générale.....	331
2. Le mobilier de pierre, présentation générale .....	332
3. L'assemblage des meules, molettes et pilon-broyeurs .....	346
<b>Chapitre 6. Analyse comparée des séries étudiées .....</b>	<b>371</b>
1. La grotte et la terrasse d'Hayonim.....	371
2. Mallaha, une possible étude diachronique ?.....	376
3. L'outillage utilisé en percussion posée.....	381
4. Discussion : limites et apport de la démarche d'analyse proposée.....	392
<b>PARTIE V SYNTHÈSE DES RÉSULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>397</b>
<b>L'apport d'un référentiel expérimental : considérations méthodologiques .....</b>	<b>399</b>
1. La constitution d'un référentiel expérimental : objectifs et choix .....	400
2. Synthèse des résultats expérimentaux .....	402
3. Définition d'une démarche d'analyse fonctionnelle des outils archéologiques .....	403
4. De nouvelles approches .....	405
<b>Synthèse d'une étude du matériel de broyage natoufien : nouvelles données concernant son développement et les modes d'exploitation des végétaux à l'aube du Néolithique.....</b>	<b>406</b>
1. Diversité des outils plats et de leurs modes d'utilisation .....	408
2. Variabilité inter-sites.....	410
3. L'hypothèse d'une évolution de l'outillage plat au Natoufien .....	413
4. Un test : l'évolution proposée remise en contexte .....	418
5. Perspectives de recherches .....	423
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>425</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>451</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>458</b>

<b>LISTE DES PLANCHES.....</b>	<b>460</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES.....</b>	<b>465</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>471</b>

**Annexe 1 : les données de K. Wright**

**Annexe 2 : Inventaire des outils expérimentaux**



# ANNEXES

# Annexe 1 : les données de K. Wright

**Inventaire du mobilier de pierre de différents sites kébariens et contemporains ;**

x : présence, - : absence ou pas de données. D'après Wright, 1994 p.250.

sites	total	meules	molettes	mortiers	mortiers dans la roche encaissante	pilons	vaisselle	pierres à sillon	pierres perforées	haches	autres
Wadi Hasa 1065	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-	x
Azariq 1	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Ein Gev I	5	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-
Uwaynid 18	4	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Nahal Hadera V	3+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2+
Fazael VII	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Kharaneh IV A	1+	-	-	1	-	-	-	-	-	-	x
Umm Khalid	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Shunera XVII	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Ohalo II	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Jilat 6	4	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2
Hefsibah	x	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-



**Inventaire du mobilier de pierre de différents sites du Kébarien géométrique et contemporains ; x : présence, - : absence ou pas de données. D'après Wright, 1994 p.251.**

sites	total	meules	molettes	mortiers	mortiers dans la roche encaissante	pilons	vaisselle	pierres à sillon	Pierres perforées	haches	autres
Neve David	10+	1+	5	2+	-	-	2	-	-	-	-
Hefsibah	x	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-
Judayid 431	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-
Azariq XII	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Har Harif I-II	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Ohalo I	5+	-	-	1	-	3+	1	-	-	-	-
Azraq 17	5	-	3	-	-	-	1	-	-	x	1
Ein Gev III	4	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-
Mushabi V	3	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Shunera II	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Haon III	2	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
Jilat 8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Azraq 32	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Jilat 22	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Nahal Inbal	2	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
Shunera IV	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Jayroud 8	1+	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Azariq XVIII	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Lagama N VIII	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Azariq II	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Neba el Mghara	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jiita East II	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Mushabi XIV/1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Azariq X	1	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Azariq IX	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Ein Qadis II	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Wadi Ahmar II	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-

**Inventaire du mobilier de pierre de différents sites du Natoufien Ancien.** X : présence ; - absence ou présence non précisée. D'après Wright 1994, p.252.

sites	total	meules	molettes	mortiers	mortiers dans la roche encaissante	pilons	vaisselle	pierres à sillon	pierres perforées	haches	autres
Mallaha II-IV	341	8	36	16	-	144	53	22	2	1	59
Wadi Hammeh 27	236	5	27	2	-	79	76	12	2	-	31
Grotte d'Hayonim	68+	-	7	5	-	39	17	-	-	-	x
Azraq 18	8	-	3	-	-	1	-	-	2	-	2
El Wad terrasse	6+	-	-	3	4	x	-	-	-	-	-
Grotte de Kebara	5+	-	-	5	-	x	x	x	-	-	x
Jericho	5	-	-	3	-	-	-	-	-	-	2
Beidha	4	-	1	-	-	1	-	2	-	-	-
Khallet Anaza	2+	-	-	-	1	-	-	-	-	-	x
Jiita II East	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Yabroud III	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Fazael VI	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Salibiya XII	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-
Hayonim terrasse	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erq el Ahmar	x	x	-	x	x	x	x	x	-	-	-
Umm es Zouetina	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Grotte d'El Wad	x	-	-	x	-	x	x	x	-	-	-

**Inventaire du mobilier de pierre de différents sites du Natoufien Récent**, d'après Wright 1994 p. 255,. X : présence ; - : absent ou non précisé.

sites	total	meules	molettes	mortiers	mortiers dans la roche encaissante	pilons	vaisselle	pierres à sillon	Pierres perforées	haches	autres
Mallaha la-c	267	7	40	14	-	113	40	7	5	-	41
Hatoula	220	-	-	1	215	-	-	2	-	-	2
Saflulim	109+	-	-	x	109	-	-	-	-	-	-
Abu Hureyra	66+	x	21	x	-	x	45	-	-	-	x
Roch Zin	39+	1	3	1	18	1	-	10	2	-	4
Rosh Horesha	25+	-	-	-	25	x	-	1	-	-	-
Rakefet	16+	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
J. Saaide II	12+	1	x	5	-	x	2	1	-	-	3
Mureybet IB	5+	x	4	1	-	-	-	-	-	-	-
Ira 22	3+	-	-	x	x	2	-	-	-	-	-
Mureybet IA	3	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1
Ain Rahud	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Fazael IV	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Taibe	1+	x	-	1	-	-	-	-	-	-	-
N. Sekher IV	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Gerade	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
El Wad Terasse	x	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-
Jayroud 9	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-
Jayroud 3	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-
Judayid 406a	x	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-
Nahal Oren Terasse	x	-	-	x	-	-	x	1	-	-	x
Upper Besor 6	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Hayonim Terasse	x	-	-	1+	-	-	-	-	-	-	-

**Inventaire du mobilier de pierre de différents sites harifiens.** X : présence ; - : absent ou non précisé. D'après Wright 1994, p256.

Sites	Total	meules	molettes	mortiers	Mortiers dans la roche encaissante	pilons	vaisselle	Pierres à sillon	Pierres perforées	haches	autres
Ramat Harif	120+	x	8	7	100+	4	x	-	-	-	x
Abu Salem	58+	-	21	5	22+	x	6	2+	-	-	8
Romam	55+	-	-	-	55	-	-	x	-	-	-
Shluhat Harif	2+	x	1+	-	x	1	-	x	-	-	x
Maaleh Ramon W	2+	-	-	1	-	1	-	x	-	-	-
Shunera XXIV	2	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
Shunera VI	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Maaleh Ramon E	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Ira 25	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Shluhat Roman	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-



## ***Annexe 2 : Inventaire des outils expérimentaux***

La sélection des blocs expérimentaux a été effectuée de façon à reproduire la diversité des types de basalte exploités par les préhistoriques. Nous donnons dans les tableaux suivant un inventaire des blocs expérimentaux utilisés mentionnant leur classification pétrographique, une description des états de surface naturels ainsi que la liste des expérimentations pour lesquelles ils ont été employés. En ce qui concerne la composition minéralogique des blocs expérimentaux, une étude systématique en lame mince n'a pas été menée. Les cristaux composant la roche ont été déterminé en fonction d'observations à la binoculaire de plans de fracture par référence à la collection de Mallaha pour laquelle nous avons bénéficié d'analyses pétrographiques. Nous reprendrons ainsi la classification des types de basalte effectuée pour ce site, présentée dans le tableau ci-dessous.

<b>Type</b>	<b>Description</b>
MP1	Basalte à pyroxene et olivine
MP2	Trachybasalte poreux à pyroxene et iddingsite
MP3	Galet de dasalte à iddingsite
MP5/0	Trachybasalte / basalte vacuolaire à olivine et iddingsite
MP5/1	Basalte vacuolaire à iddingsite et pyroxène
MP5/2	Basalte vacuolaire à olivine
MP8	Basalte compacte à pyroxène et andésite

Deux sources d'approvisionnement sont par ailleurs distinguées : le massif du Golan où nous avons collecté sur différents affleurements et le Wadi Dishon, cours d'eau situé à proximité du site de Mallaha.

Archivage	Provenance	Matière	Etat de surface	Expérimentations
Bloc 1	Golan	MP2 forte altération en surface, bloc très vacuolaire en surface	morphologie générale de la surface ondulée, de faible amplitude. A la binoculaire, on observe sur les aspérités des plages bombées relativement étendues qui très régulières aux plus faibles grossissements. Les anfractuosités restent très nombreuses. A plus fort grossissement sur les aspérités, les grains sont en relief et présentent des arêtes vives. Il n'y a pas de différence notable entre l'état de surface des grains des parties hautes et des creux.	Expé I, bloc actif
Bloc 3	Golan	fragment de basalte de type MP2 avec vacuoles nombreuses de taille importante. Eclat relativement frais, une face peu altérée et l'autre présentant une patine blanche	Face avec patine blanche : une partie de la surface apparaît plus plane et régularisée qu'une autre. Sur la partie régularisée, on observe généralement à la binoculaire des grains aux arêtes aigus mais de petite taille, indiquant de probables micro-fractures ainsi que la présence sur de petites zones de grains émoussés situées sur les aspérités.  Zone de cassure fraîche : relief est très granuleux, de faible amplitude présentant des grains en relief aux arêtes aigus.	Expé I, bloc passif

Archivage	Provenance	Matière	Etat de surface	Expérimentations
Bloc 4	Golan	Type MP8 avec quelques vacuoles surtout en superficie de la pièce.	On observe des états de surface différents sur le bloc. Sur une zone plus régularisée et qui semble émoussée : relief de faible amplitude, ondulé, les aspérités ont l'aspect de petites plages bombées. A la binoculaire on observe sur ces dômes de petites marques d'écrasement des grains de type point d'impact (creux relativement profond de morphologie ovulaire en plan). Les états des grains sont assez uniforme si l'on compare aspérités et anfractuosités, on note de probables traces de micro-fractures, certains grains sont légèrement émoussés mais ceci ne concerne pas un type de grain. Sur la zone apparaissant moins émoussée : on observe généralement le même état de surface des grains et la même organisation générale du relief ainsi que la présence de certains grains légèrement émoussés.	Expé I, bloc actif
Bloc 5	Wadi Dishon	type MP3	Le bloc est parcouru de petits sillons, les aspérités forment de petites plages bombées. Le relief apparaît granuleux à l'observation à la binoculaire, les grains étant légèrement en relief et se détachant facilement : aspect poudreux. Les grains sont de très petites dimensions et il est difficile de conclure quant à leur état de surface.	Exp. I, bloc actif
Bloc 6	Golan	MP5 avec matrice de couleur gris clair présentant des cristaux blancs allongés et des cristaux translucides noirs à marrons.	Surface très irrégulière et entièrement émoussée, une face du bloc apparaît plus irrégulière que les deux autres et présente des aspérités formant de petits dômes peu étendus. A la binoculaire, les cristaux noirs sont en relief et sont parfois légèrement émoussés le reste de la matrice présente des grains très fins dont les états de surface sont difficilement observables.	Exp. I, bloc actif
Passif 1	Golan	MP 1, cristaux allongés en forme de bâtonnets, blancs et noirs	Le relief est accidenté et semble généralement émoussé, certaines zones fortement réfléchives sont aussi notées de même que des morphologies de type impacts allongés reprises par l'émoussé. A la binoculaire, la majorité des grains présentent des arêtes vives, certains sont émoussés.	Expé II, abrasion ; Expé III, broyage de blé nu



<b>Archivage</b>	<b>Provenance</b>	<b>Matière</b>	<b>Etat de surface</b>	<b>Expérimentations</b>
Passif 3	Wadi Dishon	Type MP2	Relief irrégulier, on note aussi des morphologies de type impact. A plus forts grossissements, la majorité des grains présentent des arêtes vives.	Expé III, broyage d'ocre et de noix
Passif 4	Golan	Type MP2	Relief de faible amplitude, morphologie gondolée, on observe de petites plages bombées sur les aspérités. Le microrelief est très irrégulier, on note des traces de microfracture, la présence de cristaux noirs émoussés, enfin certains présentent un arasement fort de leur sommet. Généralement, les arêtes sont vives. La distribution de ces altérations est aléatoire sur le microrelief.	Expé III, broyage de glands frais et broyage de blé nu; Exp. IV : travail du bois, abrasion d'os
Passif 5	Golan	Type MP8, légèrement vacuolaire	Le relief présente une très faible amplitude et un émoussé général. Les grains présentent généralement des arêtes vives.	Expé III, broyage du blé nu, broyage de poisson
Passif 6	Golan	Type MP3, matière à grains fins comprenant quelques gros cristaux noirs.	Le microrelief de la surface est de faible amplitude et parcouru de sillons.	Expé II ; Expé III : broyage d'orge et de glands séchés
Passif 7	Golan	Type MP8, matrice à grains fins de couleurs gris foncé contenant des cristaux translucides marrons de grandes tailles.	Le relief présente une très faible amplitude et un émoussé général : les grains sont légèrement en relief et émoussés.	Expé II ; Expé III : broyage d'orge et broyage de viande séchée, de glands séchés ; Exp. IV abrasion d'ocre, travail des coquillages
Passif 8	Golan	type MP5, vacuoles nombreuses et de petite taille.	Relief très irrégulier, les grains sont de petites tailles et présentent, lorsque cela est observable, des arêtes vives.	Exp. III, broyage de graines de moutarde

Archivage	Provenance	Matière	Etat de surface	Expérimentations
Passif 9	Golan	Type MP8 avec des agglomérats de grains de grande taille translucides/rouille.	Délitage important en surface, les plans de fracture sont irréguliers formant de petites boules. Les cristaux de grande taille présentent généralement des arêtes vives.	Exp. III, broyage de fénugrec
Passif 10	Wadi Dishon	Type MP3	Observations identiques à celle du bloc 5	Exp. III broyage de viande séchée.
Passif 11	Golan	Type MP1 légèrement vacuolaire, la matière est poreuse, les vacuoles sont de très petites tailles.	Le relief est irrégulier. Les grains présentent généralement des arêtes vives.	Expé III, broyage de fèves
Actif 1	Golan	Type MP2	Forte amplitude du relief qui présente des courbes douces, ici aussi on a l'impression d'un émoussé général. A la binoculaire, les grains présentent généralement des arêtes vives, de probables altérations par microfractures.	Expé II, abrasion ; Expé III broyage de blé nu et de glands frais
Actif 2	Golan	Matière à grains fins très homogène (type MP8) comportant de petites vacuoles peu nombreuses	Relief de faible amplitude, de morphologie gondolée, les grains y présentent des arêtes vives et émoussées	Expé III, broyage de noix et d'ocre
Actif 4	Wadi Dishon	Galet de type MP3	Le relief est de faible amplitude et ondulé, présence de traces de type impact peu profondes, ovale en plan. A la binoculaire, ces morphologies semblent résulter du détachement d'agglomérats de grains en surface. Sur les aspérités et anfractuosités, les grains sont détournés et présentent des arêtes. On note par endroit un léger émoussé sur les parties les hautes correspondant à des zones légèrement réfléchives sur lesquelles les grains sont émoussés.	Expé III, broyage de blé nu
Actif 5	Golan	type MP2	La surface présente une faible amplitude mais est généralement gondolée. A la binoculaire, les grains sont en relief, ils ne semblent pas émoussés.	Expé II ; Expé III, broyage d'orge

<b>Archivage</b>	<b>Provenance</b>	<b>Matière</b>	<b>Etat de surface</b>	<b>Expérimentations</b>
Actif 6	Golan	Type MP1	Surface ondulée, microrelief irrégulier mais de faibles amplitude, les grains sont généralement en relief et présentent des arêtes vives.	Expé III : broyage d'orge, de glands séchés
Actif 7	Golan	Type MP1, légèrement poreux en surface probablement en raison d'une altération superficielle de la roche entraînant des déchaussements de grains.	Identique au précédent	Expé III, broyage de fèves
Actif 8	Wadi Dishon	Type MP 3	Relief de faible amplitude, ondulé présentant des traces d'impacts linéaires et d'autres ovales. A la binoculaire, les aspérités se présentent sous la forme de petites boules formées par des agglomérats de grains. En général, la surface apparaît granuleuse, les grains sont détourés, certains sont émoussés majoritairement sur les parties hautes.	Exp. III, broyage de viande séchée
Actif 9	Golan	Type MP2 légèrement vacuolaire	Caractéristiques identiques à celles de l'actif # 9	Expé III, broyage de glands séchés
Actif 10	Golan	Matrice de type MP1, vacuoles abondantes	Relief irrégulier de faible amplitude. Aspérité sous forme de petits dômes régularisé. Les grains sont détourés et présentent généralement des arêtes vives, seuls des cristaux noirs apparaissent émoussés.	Expé III, broyage de viande séchée



## **Etude fonctionnelle des outils de broyage natoufiens : nouvelles perspectives sur l'émergence de l'agriculture au Proche-Orient**

Le matériel de broyage (meules, molettes, pilons et mortiers) constitue un moyen particulier d'action sur la matière visant à broyer voire à réduire en poudre. Les données ethnologiques attestent de la diversité des matériaux transformés à l'aide de ces outils. Dans le Levant, si cet outillage est connu pour des périodes anciennes, son développement correspond à l'Epipaléolithique et plus particulièrement au Natoufien. Ceci est généralement interprété comme lié à une augmentation de l'importance des ressources végétales à des périodes précédant l'établissement des premières communautés agricoles. L'objectif de ce travail a été de tester et de préciser cette hypothèse. Une première phase de recherche méthodologique a permis de proposer une démarche d'analyse fonctionnelle des outils de broyage, en développant plus particulièrement une approche tracéologique. Cette démarche a été appliquée à l'étude de trois assemblages natoufiens. Les résultats de nos analyses attestent de la diversité des modes d'utilisation des outils dits "plats", de type meules et molettes. Pour les molettes en particulier, nous identifions des utilisations pour le broyage de végétaux mais aussi pour le travail de la peau. La comparaison des séries dans une perspective diachronique et synchronique permet de proposer un schéma d'évolution des assemblages d'outils de broyage et de leur mode d'utilisation au cours du Natoufien. Celui-ci pourrait être lié, au moins dans le Nord du Levant, à une volonté d'optimisation du rendement de l'exploitation des légumineuses et des céréales à la fin du Natoufien. Resituées dans un contexte plus large, ces données plaideraient en faveur de l'hypothèse d'une longue tradition d'utilisation des ressources végétales et d'une importante variabilité des modes d'exploitation des végétaux durant le Natoufien comprenant peut être des expériences de domestication ponctuelles.

**Mots clés : Natoufien – Néolithisation – Proche-Orient – Israël – Outils de broyage – Méthodologie - Tracéologie – Technologie**

## **Natufian grindingstones functional analysis: a new perspective on the emergence of agriculture in the Middle East.**

The transition from a hunter-gatherer to farmer economy is one of the most crucial changes in the evolution of human societies. Not surprisingly, the questions of the origins, process, and consequences of the "Neolithic revolution" are still debated. Significantly, the answers to these questions depend to a large extent on a precise reconstruction of the sequence of events that led to food production in the different Neolithization "centres." A functional study of Natufian grinding stone technology has been undertaken in order to improve our understanding of this process in the Levant. The fact that grinding stone implements became more common and diverse in the Natufian has generally been interpreted as an indication of a greater emphasis on plant consumption in this period, a trend often associated with domestication. However, this hypothesis has never been demonstrated. Through an extensive experimental program, and by using use-wear analysis, the author proposes a framework for interpreting the technology and function of basalt handstones and grinding slabs. The comparative study of three Natufian sites (Hayonim Cave, Hayonim Terrasse and Mallaha) shows that plant processing with handstones and grinding stones is well documented at the end of the Natufian period. Furthermore, an evolution scheme of grinding stone assemblages during the Natufian is presented. This evolution suggests a gradual increase of legumes and cereals in the diet. However, when data from other sites are taken into account, it is possible to detect strong regional variability in plant exploitation during the Natufian. These results support the scenario of a long period of independent experimentation by different groups of plant manipulation and domestication. In the future, it will be useful to look at other samples and other types of tools, for instance pestles and mortars, with a specific focus on Epipalaeolithic to pre-Neolithic period sites.

**Keywords: Natufian – Neolithization – Middle-East – Israel – Grinding Stones – Methodology – Use-wear analysis – Technology**